NASIL ÇALIŞIR

BİLİM, TEKNOLOJİ VE İCATLAR ANSİKLOPEDİSİ

GELİŞİM YAYINLARI 7

SÜZME VE AYIRMA
ZİNCİRLE TAHRİK

ARAÇLAR, GEREÇLER, AYGITLAR, TEKNOLOJİK YÖNTEMLER ve SİSTEMLER

NASIL ÇALIŞIR

GELİŞİM A'DAN Z'YE BİLİM, TEKNOLOJİ VE İCATLAR ANSİKLOPEDİSİ

GELİŞİM YAYINLARI

Copyright: Marshall Cavendish Limited Londra
ve Gelişim Basım Yayım A.Ş.
Şafak sk. 2 Nişantaşı/İstanbul (1980)
Tel: 48 61 82 / 48 61 83

Dizgi: Ağaoğlu Yayınevi Tesisleri

Baskı: Apa Ofset

ARAÇLAR, GEREÇLER, AYGITLAR, TEKNOLOJİK YÖNTEMLER ve SİSTEMLER

NASIL ÇALIŞIR

GELİŞİM A'DAN Z'YE BİLİM, TEKNOLOJİ VE İCATLAR ANSİKLOPEDİSİ

7

GELİŞİM YAYINLARI

Gelişim Basım ve Yayım A.Ş. adına
Sahibi ve Genel yönetmeni:
ERCAN ARIKLI

Genel yönetmen yayın
yardımcısı:
TANJU GÖKÇÖL

Sorumlu Yönetmen:
AYDAN LOSTAR

Teknik Danışman:
VEDAT ÖZTÜRK

Yayın Kurulu:
FARİS AKARSU, NEJAT DALAY,
EMRE DÖLEN, FATİH ERDOĞAN,
ENVER GÜNSEL, GÜROL IRZIK,
LEVENT OĞUZ , GÜHER SAVAT,
ERDEN SOYTÜRK, OYA DALGIÇ

Sayfa Düzeni:
NAZLI TÜRKSOY

Düzelti:
MUSTAFA ARSLAN

Sekreter:
SULTAN GÜRSOY

SÜZME VE AYIRMA

Süzme, endüstride yaygın biçimde kullanılır. Taşıtlarda kullanılan makina yağının temizlenmesinden, şehir suyunun arılaştırılmasına kadar uzanan çok geniş bir uygulama alanı vardır. Süzme, sıvının, içindeki katıların tümünü ya da bir bölümünü tutan mekanik bir engelden geçirilmesiyle yapılır.

Süzgeçten geçen sıvı akışının temel ilkeleri şunlardır: Süzme ortamında basınç fazla, süzgeç alanı da büyükse, akış hızı yüksektir; süzücü tabaka kalınsa, akış hızı düşüktür.

Sıvıyı süzgeçten geçirmek için gerekli olan kuvvet çok önemlidir. Bu kuvvet üç yolla oluşturulabilir: Yerçekimiyle; vakum oluşturulmasıyla; basınç uygulanmasıyla.

Süzgeçler, kullanılan engelin türüne göre başlıca üç gruba ayrılabilir: *Derin yataklı* süzgeçler; *değişmez ortamlı* süzgeçler; *toz ortamlı* süzgeçler. Ayrıca her grup, süzgeçteki basıncın oluşturulma biçimine bağlı olarak, alt gruplara ayrılır.

Derin yataklı süzgeçler: Bu süzgeçlerde süzgeç malzemesi, kum, çakıl, kömür gibi küçük parçacıklardan oluşmuş derin bir yatak biçimindedir. Katı maddeler yüzeyde değil, yatak içindeki kanallarda ve boşluklarda tutulur. Yatağın akış yolundaki kıvrımlara ve her parçanın yüzeyindeki çekme kuvvetine bağlı olarak süzgeç, yatağı oluşturan parçacıklar arasındaki boşluklardan daha küçük katı parçalarını geçirmez. Akışın tersine çevrilmesiyle, toplanan katı atılarak, bu süzgeçler temizlenebilir.

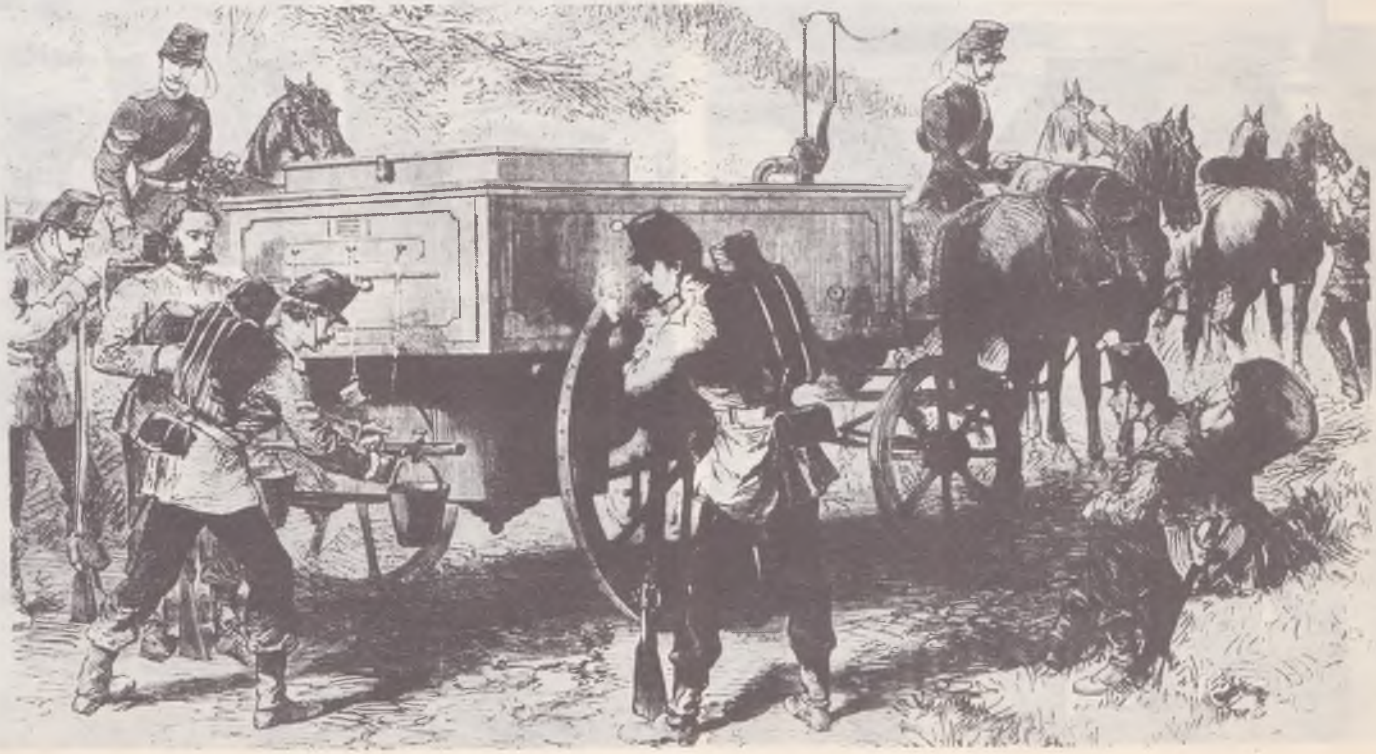
Yerçekimiyle çalışan derin yataklı süzgeçler: Bunların klasik örneği, su tesisatlarındaki kum süzgeçleridir. Kum süzgeci, derinliği 3 m'yi bulan, tepesi açık, tuğla ya da beton bir odadan oluşur. Genellikle, ızgara biçiminde hareket edebilen bir tabanı, onun altında da, süzülen suyu uzaklaştırmaya yarayan su kanalları vardır. Hareket edebilen tabanın üstüne, tabakalar halinde kum konmuştur. Tepelerden verilen su, kumdan ve su kanallarından geçer. Yatak dolduğu zaman, ya akış, bir pompa yardımıyla geri çevrilir ya da kum yatak, basınçlı havayla bozulur. Bu sistemlerde, yüzey alanları 200 m²'yi bulan birimler vardır.

Basınçla çalışan derin yataklı süzgeçler: Bu süzgeçler, daha az miktarda suyu süzmede kullanılır. Sözgelimi, yüzme havuzu suyu, fabrikalar ve elektrik istasyonları için ırmaklardan alınan su, endüstride arıtmada kullanılan su gibi, uzaklaştırılması gereken katı madde miktarının az olduğu durumlarda, bunlardan yararlanılır.

Kum ya da benzeri madde içeren yatak, düşey ya da yatay silindir biçimli, basınçlı bir boruyla çevrilmiştir. Yatak, silindir tabanının hemen üstündeki gözenekli levhayla desteklenir. Bu levha aynı zamanda, süzme sırasında sıvının alta süzülmesini, basınçlı havanın dağılmasını ve temizleme sırasında temizleme suyunun geri akmasını sağlar. Süzülecek sıvı, yatağın üstünden pompayla basınç altında verilir. Birimlerin yüzey alanları, 30 m²'ye kadar olabilir.

Değişmez ortamlı süzgeçler: Süzme ortamı, tel örgüler, kumaş, kağıt, keçe, seramik gibi çok değişik mad-

Eskiden askerlere içme suyu sağlayan bir süzme arabası. (altta) Su, iki kum tabakası arasına sıkıştırılmış kömür yatağından süzülmektedir.



delerden oluşabilir. Tel örgüler, kumaş parçaları ve seramik gibi bazı maddeler, geri gelen yıkama suyuyla ya da geri üflenen havayla temizlenebilecek biçimde yerleştirilir. Öte yandan, kağıtlar ve keçe parçaları, genellikle alanı büyütmek için bükülür ve tıkandığı zaman yerlerine yenilerinin konulabilmesi için, paket haline getirilir. Bunun bir örneği, motorlu taşıtlardaki yağ ve hava süzgeçleridir.

Yerçekimiyle çalışan değişmez ortamlı süzgeçler: Bu tür süzgeçlere, laboratuvarlar ve şarap üretimi tesisleri dışında pek rastlanmaz. Süzgeç genellikle, bir cam huni içine yerleştirilmiş kıvrımlı kağıttan oluşur. Sıvı yavaş yavaş aşağı akarken katı maddeler kağıt tarafından tutulur.

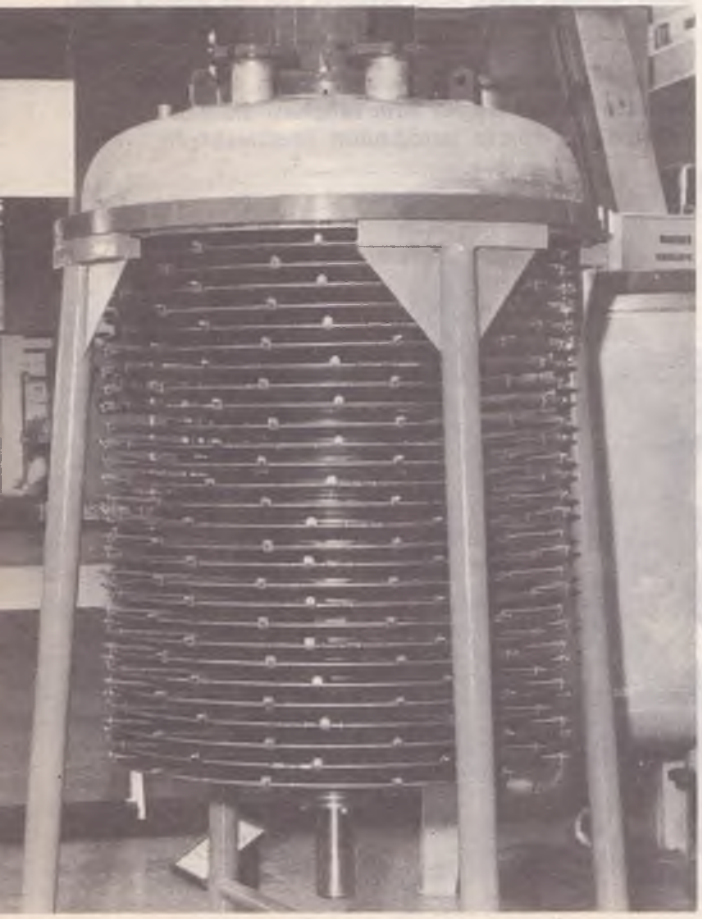
Vakumla çalışan değişmez ortamlı süzgeçler: En yalın biçimi *Nutsche* süzgecidir. Bu süzgeç, dibine bir keçe ya da tel örgü yerleştirilmiş tepesi açık bir silindir ya da kutudan oluşur. Süzgeçin altı, vakum sistemine açılır. Süzülecek sıvı ya da katı bölümünün ayrılması istenen asıltı, tepeden boşaltılıp, vakumla alttan çekilir. Toplanan katı, süzmeyi engelleyecek miktara ulaşınca elle alınır. Bu süzgeçler, sıvı miktarının az olduğu durumlarda kullanılır. Sözgelimi, kullanılan maddelerin az ve değerli olduğu ilaç endüstrisinde bunlardan yararlanılır.

Nutsche'un geliştirilmesiyle, yandan boşaltmalı *tekli süzgeç* yapılmıştır. Bunda, içinde katı maddelerin biriktiği bölme, yandan çıkarılabilir.

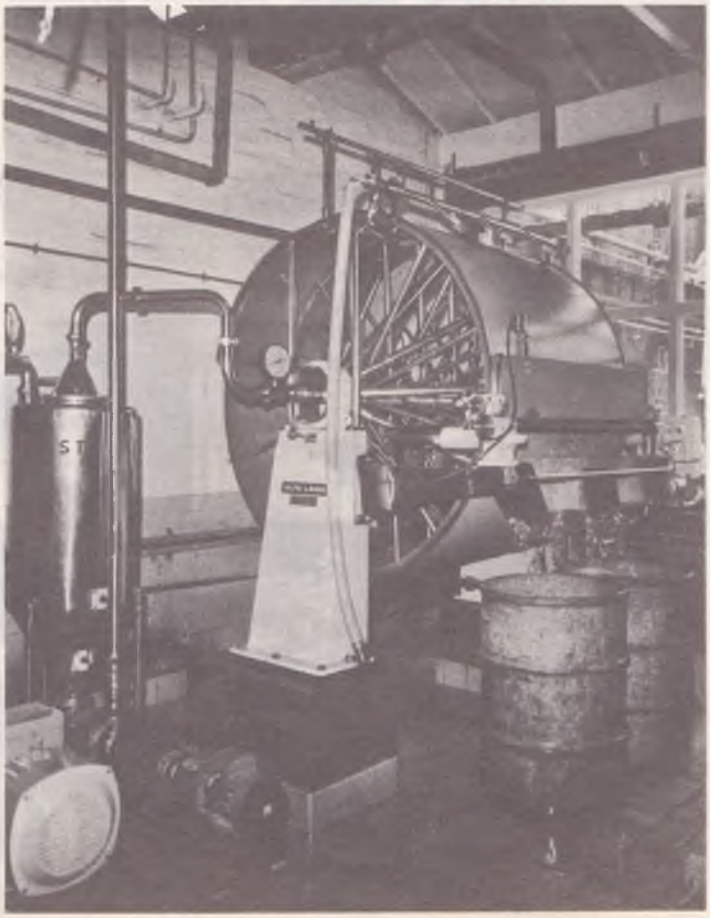
En önemli vakumlu süzgeç, *döner vakumlu* süzgeçtir. Bu, sürekli çalışan bir süzgeçtir. Sıvının verilmesi ve katının uzaklaştırılması için işlemin durdurulması gerekmez. Aygıt temelde, yatay bir eksen çevresinde dönen bir tamburdan oluşur. Tamburun eğrisel yüzeyi gözeneklidir ve çevresine keçe ya da bez süzgeç sarılmıştır. Tamburun alt bölümü, içinde süzülecek sıvı bulunan bir tekneye daldırılıp, içinde bir vakum yaratılır. Vakum, sıvının keçeye çekilmesine ve tambur üstünde bir «tabaka» oluşmasına neden olur. Tambur dönerken, bu tabaka çıkarılır ve içinde kalan son sıvı da uzaklaştırılır.Tamburun altı,bir bıçakla sıyrılarak temizlenir.

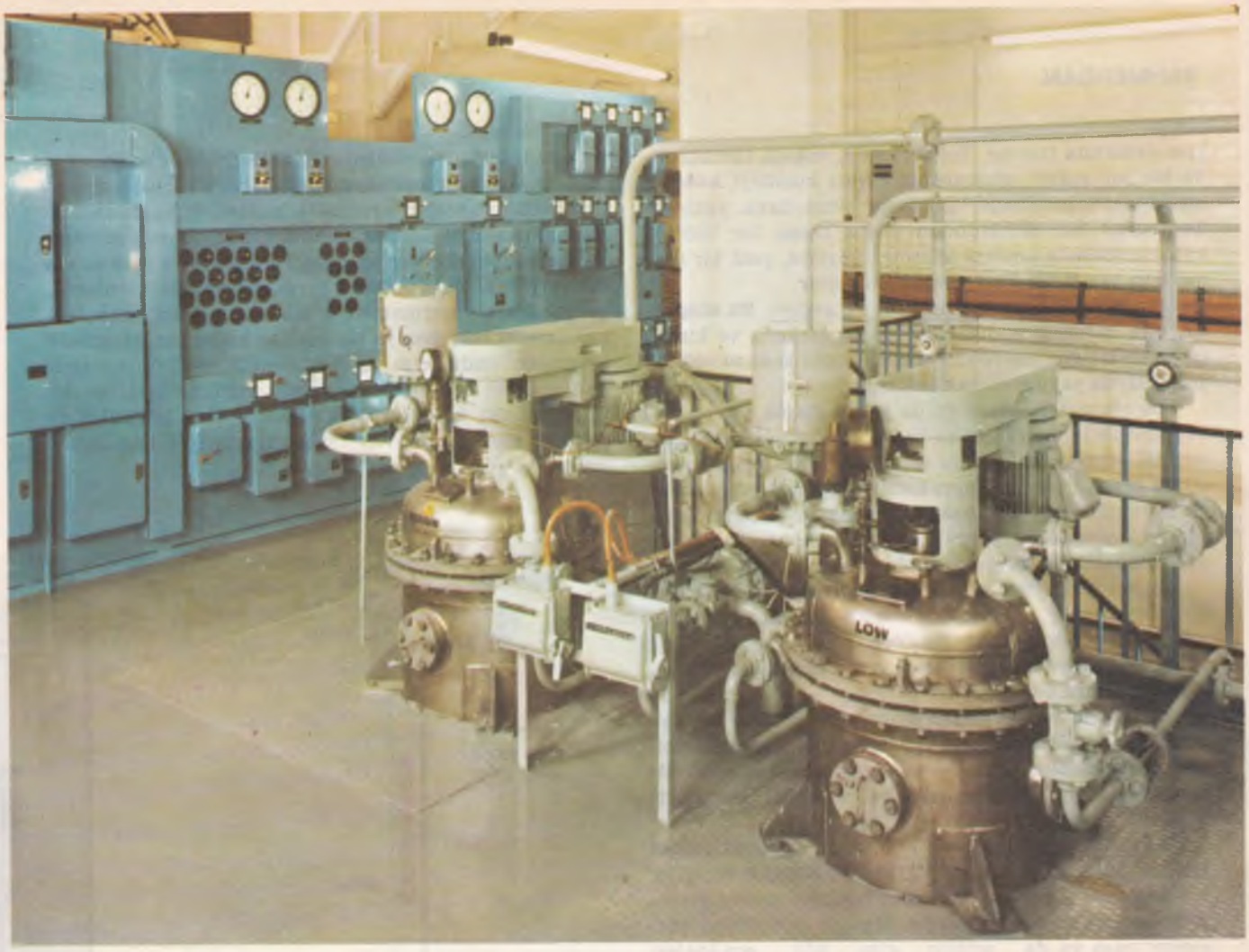
Değişmez ortamlı basınçlı süzgeçler: Bu türün

Basınçla çalışan bir süzgeç. (altta) Süzgeç yaprakları, paslanmaz çelik örgüden yapılmıştır. Süzülecek sıvı, yapraklar ile kap arasından verilir ve ortadaki borudan dışarı alınır.



Fıçılardaki artıklardan, vakumlu döner süzgeçlerle yeniden bira elde edilmesi. (altta) Bira tamburun yanından pompalanır, başka bir pompayla oluşturulan vakumla, ortada uzanan borulara çekilir.





İngiltere'de Berkeley Nükleer Laboratuvarındaki vakumla çalışan süzgeçler. (üstte) Bu süzgeçler, radyoaktif sıvı artıklarını süzmek için kullanılır.

çeşitli tipleri, kullanılış biçimlerine göre iki grupta toplanabilir: Katı madde oranı az olan büyük miktarda sıvılar için kullanılanlar; süzme sırasında bir tabaka oluşturup bunu boşaltacak biçimde yapılmış olanlar.

Süzgeçlerin çoğu, içinde sıvı için geçiş kanalları bulunan ve kullanılan süzücü madde kutularının kolayca takılıp alındığı basınçlı kaplardan oluşur.

Basınç altında katıları sıvıdan ayırıp toplamak için, *süzgeç pres* kullanılır. Pres, XIX. yüzyılın ilk yarısında endüstri işlemleri için geliştirilmiş, çeşitli araştırmalara karşın, temel ilkeleri değişmemiştir.

Pres, birbirini izleyen levha ve çerçeve dizilerinden oluşur. Bunlar düşey olarak yerleştirilmiş ve yatay olarak birbirine tutturulmuştur. Levhaların iki yanında çentikler ve su çıkış yerleri vardır. Her levhanın üstüne bez, onun da üstüne çerçeve yerleştirilir. Süzme, çerçevelerden beze, oradan da levhaya doğru basınç altında gerçekleştirilir. Sıvı, çerçevelerin ve levhaların köşelerindeki delikler arasından verilip alınır. Katı, çerçevede tabaka oluşturunca, pres gevşetilip alınır.

Modern presler basınçlı suyla çalışır. Çerçeve ile levhalar, ileri-geri hareket edebilmeleri ve katının alınabilmesi için otomatik bir mekanizmayla donatılmıştır. Bu tür presler, çimento ve şeker fabrikaları gibi alanlarda kullanılır.

Toz ortamlı süzgeçler: Bu süzgeçlerde kullanılan ortamlar üç gruba ayrılabilir. Birinci grubu, *diyatomit* (diatomeli toprak) oluşturur. Diyatomit, tarihöncesi tek hücreli deniz hayvanları iskeletlerinin fosilleşmiş artıklarıdır. A.B.D. ve Afrika'nın belirli yerlerinde bulunur. Sıvının hızlı akmasına ve katıların iyi bir biçimde tutulmasına elverişli bir yapısı vardır.

İkinci grup, yanardağ kaynaklı bir madde olan *perlit*tir. Perlit, küçük küreler ile taşa benzer camsı parçalardan oluşur. Biçimleri nedeniyle parçacıklar arasında boşluklar bulunduğundan, perlitler, sıvıyı süzerler.

Üçüncüsü, karbon tozları, selüloz lifleri, odun tozları ve plastik tozlarından oluşmuş karmaşık bir gruptur. Bu maddeler ayrı ayrı alanlarda kullanılır. Tozlar, su ya da başka bir sıvıyla bir *çamur* ortaya çıkarırlar. Bu çamur, bir tel örgüden ya da benzeri bir düzenekten geçirilince kalın bir tabaka oluşturur. Süzme işlemi tamamlanınca, katı maddelerle dolu yatak atılıp, yenisi oluşturulur.

Vakumla çalışan toz ortamlı süzgeçler: Vakumlu döner süzgeçlerde toz kullanılabilir. Süzülen sıvı içindeki katı maddeler yapışkansa (sözgelimi, antibiyotik yapımında durum böyledir), süzmede kullanılan bez,

kısa zamanda tıkanır. Bu durumda, vakum tamburunda bir toz yatağı oluşturulur. Katı maddeyi kazıyan bıçak, her dönüşünde tambura biraz daha yaklaşır. Tamburun her dönüşünden sonra, tozun bir bölümü katı maddelerle birlikte kazınır. Böylece, yeni bir süzme için temiz bir yüzey bırakılmış olur.

Basınçla çalışan toz ortamlı süzgeçler: Bu süzgeçler, bira ve besin endüstrileri ya da elektrik ve kimya endüstrileri gibi «saydam» sıvıların söz konusu olduğu durumlarda yaygın olarak kullanılır.

Bu süzgeçler, düşey ya da yatay olarak yerleştirilmiş silindir biçimli basınçlı kaplardan oluşur. Kapta, ya ince tel örgü yaprakları ya da sıkıştırılmış metal ve seramik diskler vardır. Yapraklar ya da diskler bir boruya bağlanmıştır. Su dışardan, basınçlı kaba girerek, toz ortamını tutan yaprak ve dişlilerin arasından geçer ve süzülmüş sıvı borusundan dışarı çıkar.

Süzgeçlerde toz yatağı bir asıltının dolaştırılmasıyla hazırlanır. Genellikle süzme alanının her m^2'si için 1 kg toz kullanılır. Süzülen madde, yapışkan bir tabaka oluşturan katılar içeriyorsa, sürekli olarak toz verilerek ömrü uzatılır.

Süzme işlemi tamamlanınca, toz ortamı ve katı maddeler boşaltılmalıdır. Bu işlem suyla, mekanik yoldan titreşim oluşturularak ya da merkezkaç kuvvetle gerçekleştirilir. Günümüzde bu sistemler bütünüyle otomatik hale getirilmiştir.

Havanın temizlenmesi: Binalar ve taşıtlardaki İKLİMLEME aygıtları ve İÇTEN YANMALI MOTOR'lardaki hava girişi gibi, havanın temizlenmesini gerekli kılan birçok durum vardır. Havayı temizleyen süzgeçler, cam ya da selüloz gibi lifli maddelerden yapılmış bir ya da daha çok sayıda bölmeden oluşur. Söz konusu maddeler, havadaki toz ve kil parçalarını çeker. Bazı lifli maddelere, etkilerini artırma amacıyla yapışkan bir sıvı emdirilir. Çok küçük tanecikleri süzülmesini gerektiren durumlarda (sözgelimi, egzoz gazlarındaki havayı kirleten zehirli tanecikler), etkinleştirilmiş karbondan yapılmış bir süzgeç kullanılarak, taneciklerin süzülmesi sağlanır.

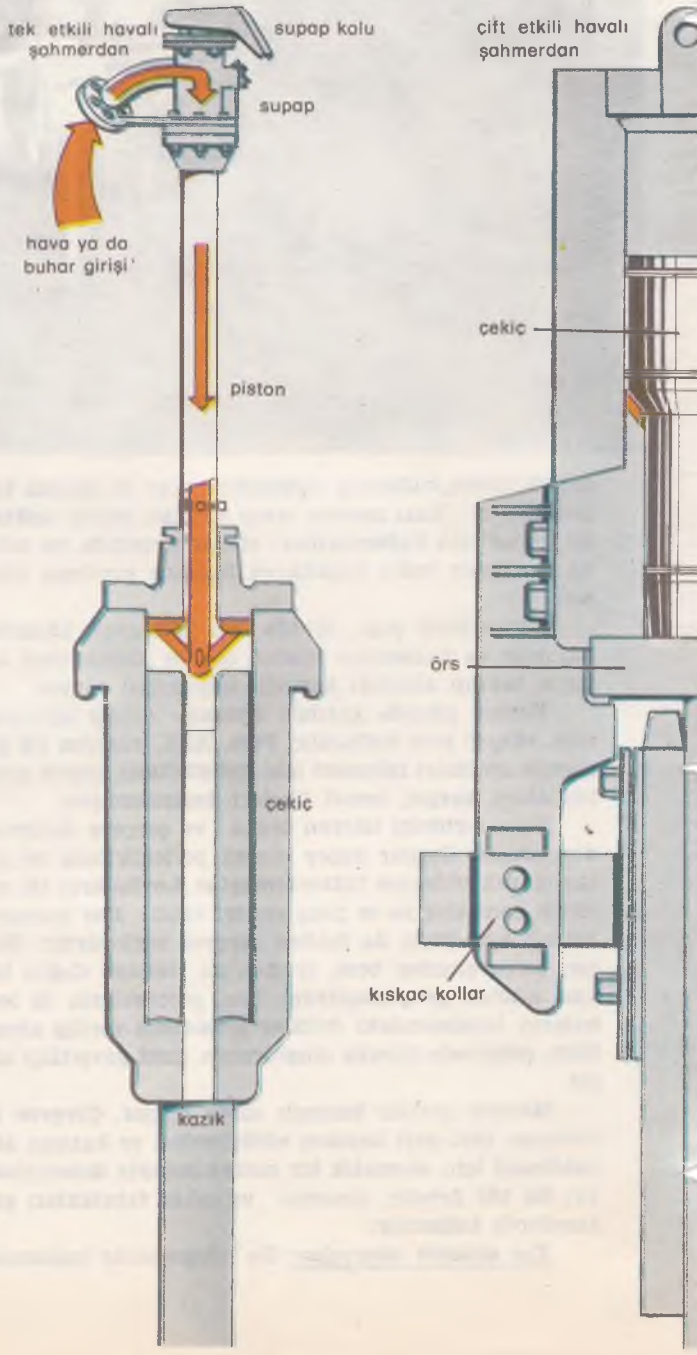
Ayırıcılar: İklimleme aygıtlarında ve fabrika bacalarında genellikle ELEKTROSTATİK çöktürme yönteminden yararlanılır. Tanecikler, hava ya da gazın çok güçlü bir elektrostatik alandan geçirilmesiyle yüklenirler. Yüklü tanecikler, yüklü elektrotlara çekilerek, hava ya da gazdan ayrılır.

Daha büyük katılarsa, havanın yolu ya da hızı değiştirilerek ayrılabilir. Katı parçaları, havadan ağır oldukları için, havayla aynı hızda yön (ya da hız) değiştiremez ve ondan ayrılırlar.

Siklon sisteminde, hava, ters koni biçimli bir kabın tepesinden belirli bir açıyla verilir. Bu, siklon içinde dönen bir hava akımı yaratır. Katı parçacıkları, merkezkaç kuvvetle koni kenarlarına doğru fırlatılıp, dibe düşerler. Hava da, siklonun tepesindeki çıkış borusundan alınır.

Yoğunlukları farklı karışımları birbirinden ayırmak için (sözgelimi sütü kremasından ayırmada) genellikle SANTRİFÜJ kullanılır. Küçük laboratuvarlardan büyük makinalara kadar çeşitli yerlerde yararlanılan santrifüjler, değişik büyüklüklerde olabilir.

*Magnetik ayırıcı*lar, dökme halindeki malzemeden magnetik maddeleri ayırmada kullanılır. Yalın türleri, bir taşıyıcı bant üstüne asılmış demir bir mıknatıstan ya da eğimli geçitler arasına yerleştirilmiş mıknatıslı çubuklardan oluşur. Daha karmaşık yapıda olanlarda, parçacıkları ayırmak ve kutularına boşaltmak için mıknatıslanmış disk ya da borular kullanılır. Magnetik ayırıcılar, endüstride, minerallerden ve içinde demir bulunmayan metallerden demir ayırmak için, şeker, tahıl, tohum, kakao, kahve, tütün gibi maddelerden de çelik ve demir gibi artıkları uzaklaştırmak için kullanılırlar.

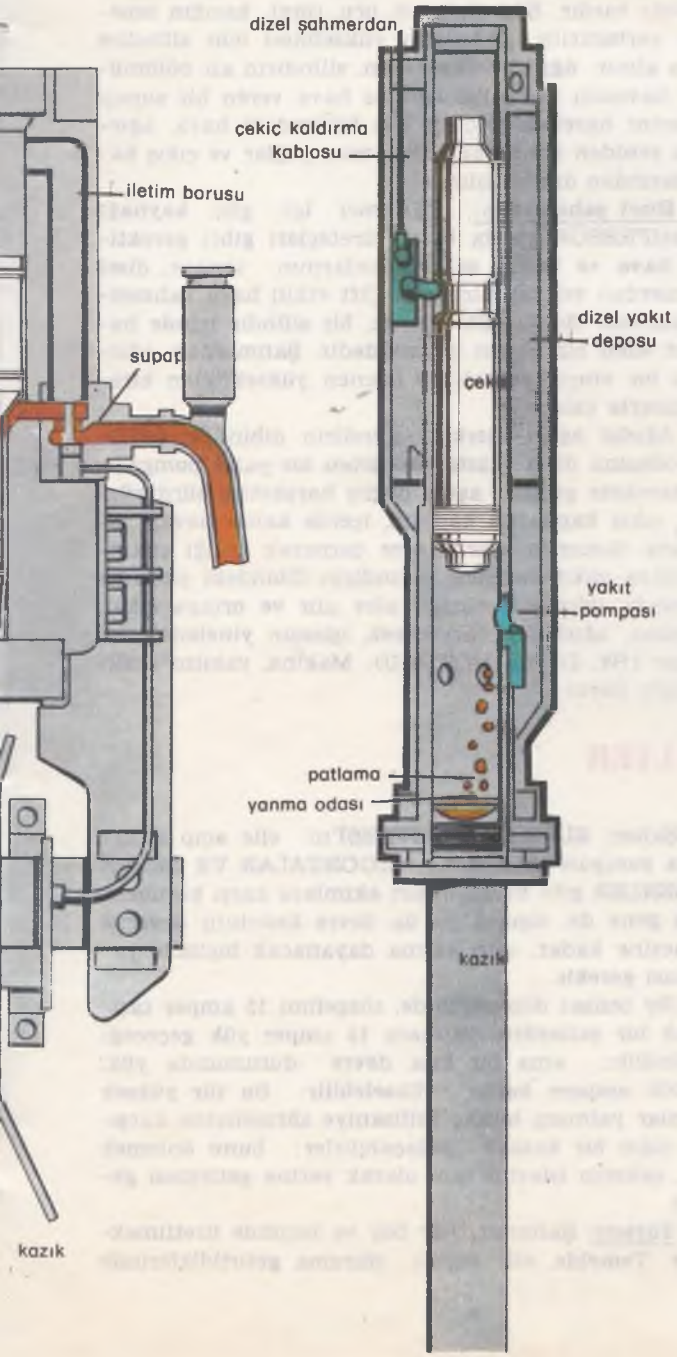


Ş

ŞAHMERDAN

Şahmerdan, çelik sütun ya da levha halindeki kazıkları, bir binayı ya da başka bir yapıyı desteklememe amacıyla yere çakmak için kullanılan bir makinadır. İlk şahmerdanlar ilkel göl evlerinin kazıklarının çakılması için, yaklaşık 4 000 yıl önce kullanılmıştır. Eski şahmerdanlar, bir ağırlığın (ipe bağlı bir taş gibi) kazık üstüne düşmesiyle, yani, yalın çekiç ilkesine göre çalışırdı.

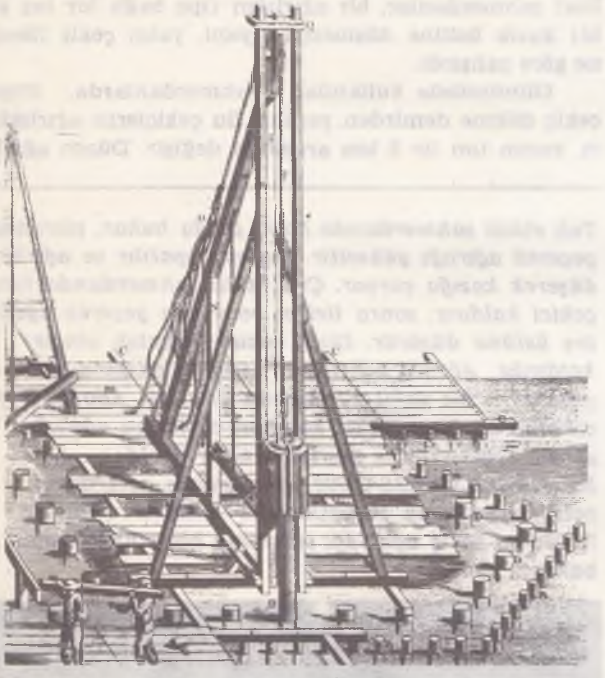
Günümüzde kullanılan şahmerdanlarda, düşen çekiç dökme demirden yapılır. Bu çekiçlerin ağırlıkları, yarım ton ile 5 ton arasında değişir. Düşen ağırlık



Tek etkili şahmerdanda hava ya da buhar, pistondan geçerek ağırlığı yükseltir. Supap kapatılır ve ağırlık düşerek kazığa çarpar. Çift etkili şahmerdanda hava, çekici kaldırır, sonra iletim borusuna geçerek ağırlığı örs üstüne düşürür. Dizel çekicin ağırlığı vinçle kaldırılır. Ağırlık düşerken, patlama odasına yakıt püskürten bir yakıt pompasını çalıştırır. Ağırlık örse çarptığı an hava-yakıt karışımı patlar ve ağırlığı yeniden yükselterek çevrimi yineler. (solda)
Bu MENCK-MRBS 7 000 şahmerdanı, açık deniz petrol platformu inşaatlarında kullanılır. (altta)
70 000 kg çekiç ağırlıklı, tek etkili bir şahmerdandır; buharla çalışır.

ya da çekiç, düşey kızaklar içinde kaydırılır. Ama, günümüzde hava, dizel yakıtla ya da buhar gücüyle çalışan çağdaş şahmerdanlar da geliştirilmiştir. Bazı şahmerdanlarsa, hidrolik ya da elektrik sistemleriyle çalıştırılır.

Kazıklar başlıca iki gruba ayrılır: Liman inşaatları gibi yatay kuvvetlerin söz konusu olduğu durumlarda kullanılan *yassı çelik kazıklar;* üstüne doğrudan inşaat yapılan *taşıyıcı kazıklar.* Çok yüksek apartmanların temellerinde, genellikle taşıyıcı kazıklar kullanılır.



İlkel bir şahmerdan. (üstte) İstenen yüksekliğe çekilip bırakılan bir ağırlık, kazığı yere çakar. Bu tip şahmerdanlar, liman ya da köprü inşaatlarında, kazıkları akarsu ya da deniz yatağına çakmada kullanılırdı.
«I» kesitli çelik kazıkların çakılması. (altta) Yapı iskeletlerinde kullanılan çelik kazıklar, tersine çalışan bir şahmerdanla yeniden kullanma amacıyla sökülebilir.

Havalı şahmerdanlar: Havalı şahmerdanların (ya da çekiçlerin) tek ve çift etkili iki türü vardır. Tek etkili şahmerdan, çalışma bakımından düşey çekice benzer; ama ağırlık, bir vinç yerine, hava ya da buhar basıncıyla kaldırılır.

İstenen yüksekliğe ulaşıldığında basınç kesilir, ağırlık kazık üstüne düşerek onu yere çakar. Çekiçlerin ağırlıkları 2,5-15 ton arasında değişir. Tek etkili şahmerdanlar, taşıyıcı kazıkları çakmada kullanılır.

Çift etkili şahmerdan, yassı kazıkları çakmada kullanılan daha hafif bir araçtır. Sıkıştırılmış havayla çalışır. Bir silindir içinde piston gibi inip çıkan bir ağırlığı vardır. Silindirin alt ucu (örs), kazığın tepesine yerleştirilir. Ağırlığın yükselmesi için silindire hava alınır. Ağırlık yükselirken, silindirin alt bölümünün havasını kesip üst bölüme hava veren bir supap düzenini harekete geçirir. Üst bölümdeki hava, ağırlığın yeniden örs üstüne düşmesini sağlar ve çıkış kapaklarından dışarı atılır.

Dizel şahmerdan: Yardımcı bir güç kaynağı (KOMPRESÖR ya da buhar üreteçleri gibi) gerektiren hava ve buhar şahmerdanlarının tersine, dizel şahmerdan tek bir birimdir. Çift etkili hava şahmerdanlarında olduğu gibi ağırlık, bir silindir içinde hareket eden bir piston biçimindedir. Şahmerdan, ağırlığın bir vinçle yükseltilip istenen yükseklikten bırakılmasıyla çalışır.

Ağırlık aşağı inerken, silindirin dibindeki patlama odasına dizel yakıtı püskürten bir yakıt pompasını harekete geçirir; aşağı doğru hareketini sürdürürken, çıkış kapılarını kapatıp, içerde kalan havayı sıkıştırır. Sonunda ağırlık örse çarparak kazığı çakınca, hava-yakıt karışımı (silindirin dibindeki patlama odasında iyice sıkışmıştır) alev alır ve ortaya çıkan patlama, ağırlığı yukarı iterek, işlemin yinelenmesini sağlar (Bk. DİZEL MOTORU). Makina, yakıtın kesilmesiyle durur.

ŞALTER

Şalter, ELEKTRİK DEVRESİ'ni elle açıp kapamaya yarayan bir aygıttır; SİGORTALAR VE DEVRE KESENLER gibi devreyi aşırı akımlara karşı korumaz. Ama gene de, sigorta ya da devre kesicinin devreye girmesine kadar, aşırı akıma dayanacak biçimde yapılması gerekir.

Bir tesisat döşendiğinde, sözgelimi 15 amper taşıyacak bir şalterden, yalnızca 15 amper yük geçeceği düşünülür; ama bir kısa devre durumunda yük, 100 000 ampere kadar yükselebilir. Bu tür yüksek akımlar yalnızca birkaç milisaniye sürmelerine karşılık, ciddi bir kazaya yolaçabilirler; bunu önlemek için, şalterin işlevini tam olarak yerine getirmesi gerekir.

Türleri: Şalterler, her boy ve biçimde üretilmektedir. Temelde, elle «açık» duruma getirildiklerinde

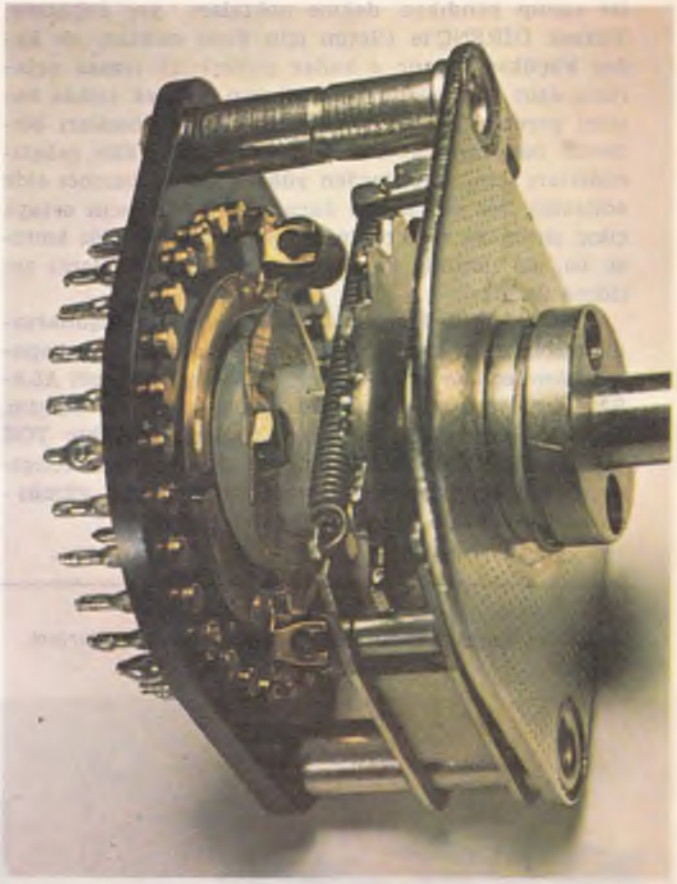
birbirine değen, «kapalı» duruma getirildiklerinde de değmeyen iki temas ucundan oluşurlar. *Yüksüz* çalışan şalterler, yani açılması sırasında üstünden akım geçmeyenler, yavaş açılıp kapatılabilir. Hızı, şalteri kullananın hızına bağlı olan ve hazır akımın gerektiğinde geçmesi için kullanılan bu tür şalterlere örnek olarak alarm zili gösterilebilir. *Yüklü* şalterlerse, en kısa zamanda akım geçirecek biçimde çalışmalıdırlar. Şalter, bir ELEKTRİK MOTORU'na bağlıysa, motora yol verirken yüksek akım geçeceğinden, normalin sekiz katı yüke dayanabilecek biçimde yapılır.

Bıçak uçlu temas: Şalterlerde temas biçimi, uygulamaya göre değişir. Başlangıç akımının, normal kullanım akımına oranının yüksek olmadığı yüksüz şalterlerde ve bazı yüklü şalterlerde, bir hareketsiz, bir de hareketli uçtan oluşan bıçak uçlu temas kullanılır. Hareketli ucu bir bakır bıçak, hareketsiz ucu da onu kavrayacak, kıskaç biçiminde yapılmış parça oluşturur.

Bu tür temas uçları, kısa devre durumunda tehlikeli olabilir. Akım, hareketsiz uçtan hareketli uçlara geçer. İki iletkenden karşıt yönlerde geçen akımlar magnetik itme, aynı yönde geçenler de magnetik çekim yarattığına göre, uçlar arasındaki akım ne kadar yüksek olursa, hareketsiz ucun hareketli ucu yakalayışı o kadar sıkı olur. Böylece, bir şalterin, kendi normal akımının çok üstündeki kısa devre koşullarına dayanması sağlanır.

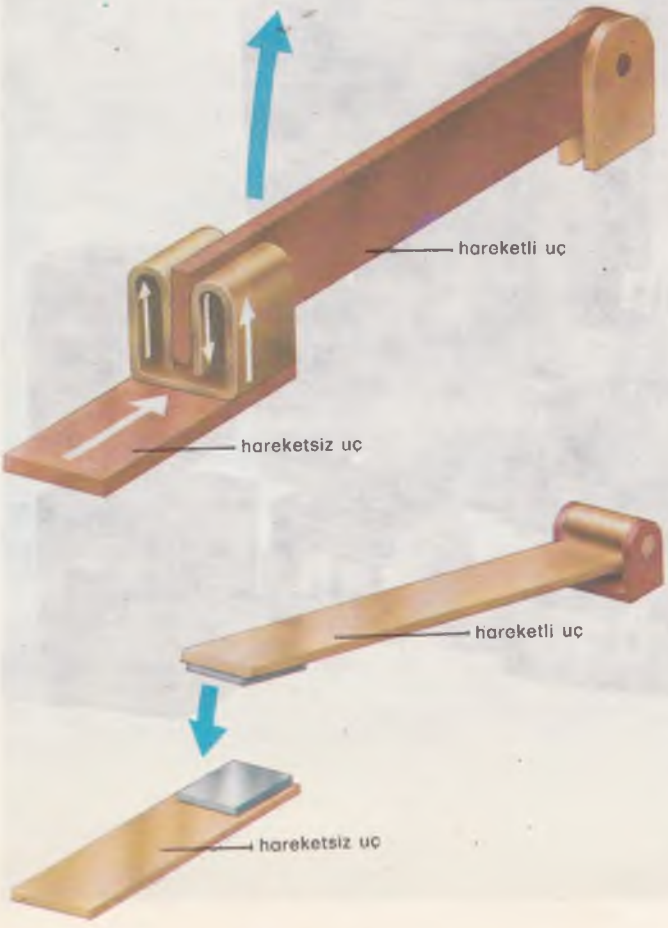
Memeli temas: Başlangıç akımının normal akıma oranının yüksek olduğu yüklü şalterlerde, genellikle memeli temas uçları kullanılır. Bunlar, görünüş bakımından RÖLE üstündeki uçlara benzemelerine karşılık, daha yüksek açıp-kapama yaptıklarından, röle temaslarından çok farklıdırlar.

Bu şalterlerde açılıp-kapatılma hızı, yaylarla denetlenir. Memeli temas uçları, düz görünmelerine karşılık, mikroskop altında oldukça pürüzlüdür. Pürüzler nedeniyle yüzeyler, yalnızca birkaç noktada (pürüzde) temas eder. Ayrıca, şalterin kullanılmasıyla uç-



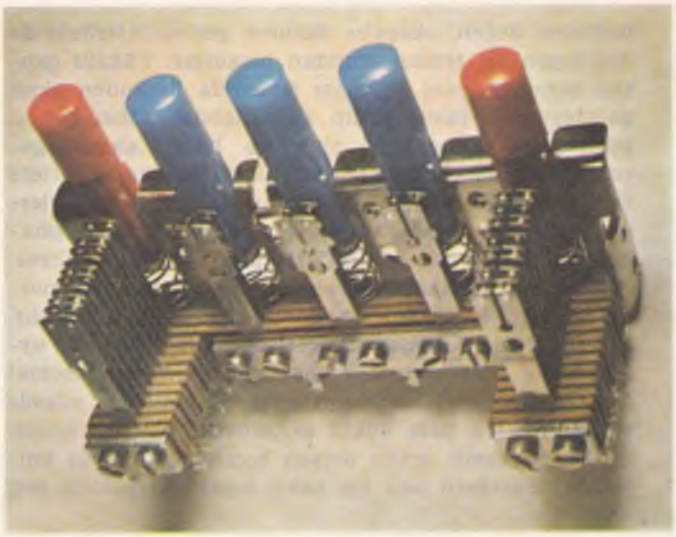
Bir döner şalter. (üstte) Döner şalterler, bir sistemde pek çok şalter konumu sağlarlar. Temas uçları memeli tiptedir. Basınç, eşit dağıtım sağlayan bir metal yayla denetlenir.

Resmin (altta) üstündeki çizimde, yüksüz şalterler ile bazı yüklü şalterlerde kullanılan bıçak uçlu temas görülmektedir. Hareketsiz uç, hareketli ucu kavrayacak biçimde yapılmıştır. Resmin altındaki çizimde de, yüksek başlangıç akımı gerektiren aygıtlarda kullanılan yüklü şalterlerin memeli temas ucu görülmektedir.



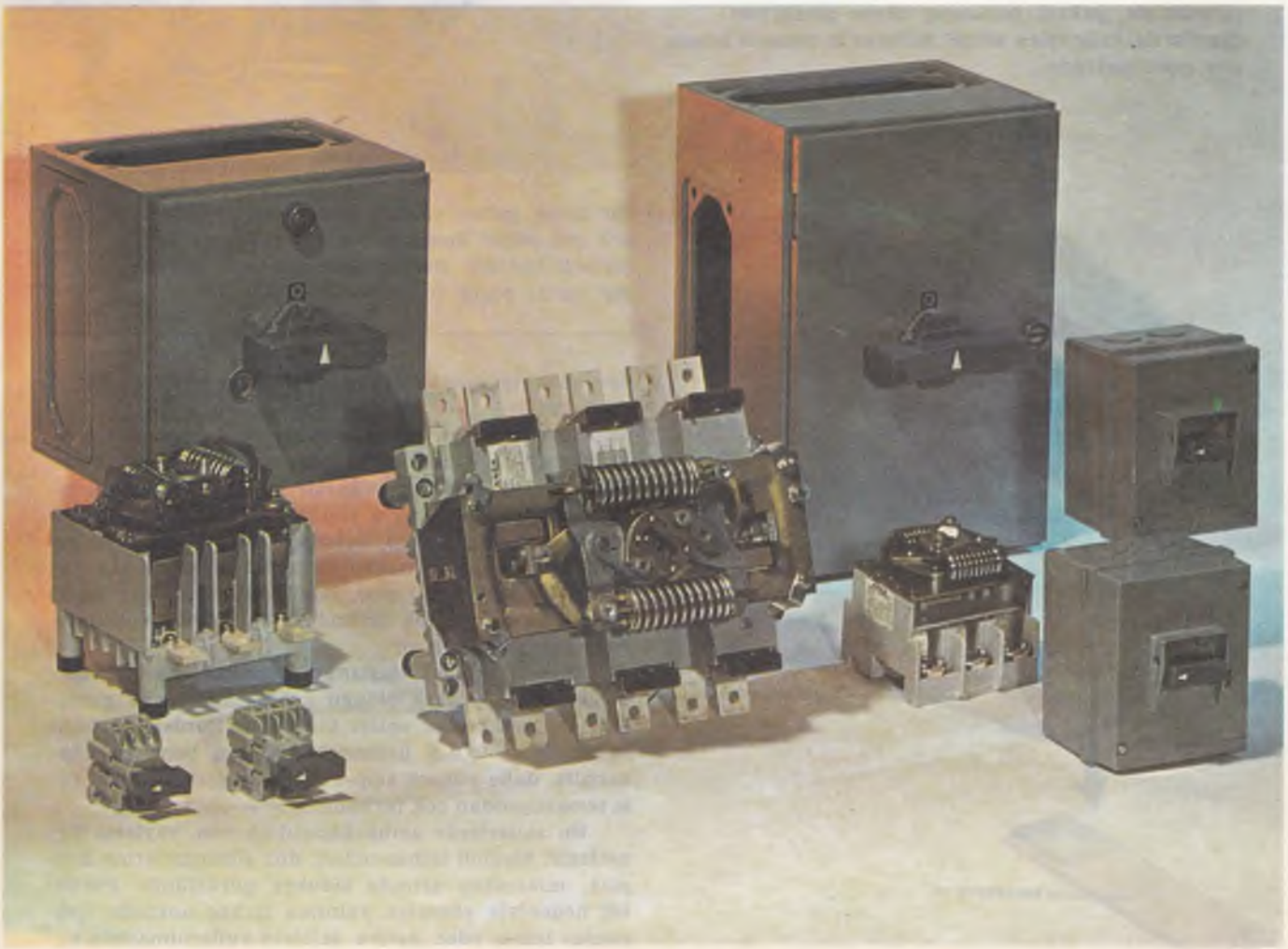
lar aşınıp yandıkça, değme noktaları yer değiştirir. Yüksek DİRENÇ'le (iletim için kesit miktarı ne kadar küçükse, direnç o kadar yüksektir) temas uçlarının aşırı ısınmasını önlemek için, yüksek temas basıncı gerekir. Temas noktasının direnci, bunları birbirine bastıran kuvvetle ters orantılıdır. Elle çalıştırıldıkları için, şalterlerden yüksek temas basıncı elde edilebilir. Ne var ki, bu durumda da direncin ortaya çıkıp ısınmaya neden olması engellenemez. Söz konusu ısı, ısıl iletimle ana temasa ve bakır bağlantı şeridine iletilir.

Malzeme: Uçlar genellikle, kısa devre koşullarında birbirlerine kaynamamaları ve normal açıp-kapama işlemlerinde uzun ömürlü olmaları için, özel ALAŞIM'lardan yapılır. Kullanılan alaşım ya da bileşim, aygıttan aygıta değişir; ama uçlar genellikle TOZ METALÜRJİSİ teknikleriyle, tungsten-gümüş, tungsten-bakır, tungsten-bakır-nikel.gümüş-grafit, gümüş - kadmiyum oksit alaşımlarından üretilir.



Resimdeki (üstte) şalter, mandallı röleye benzer. Her düğme, pek çok temas düzenine kumanda edebilir (telefon konuşmalarındaki röleler gibi). Ortadaki üç düğme açma, kenarlardakiler de açma-kapama temaslardır.

Endüstri aygıtlarında kullanılan elektrik şalterleri. (altta)



ŞARAP ÜRETİMİ

Şarap, birkaç bin türü olan üzüm asmasının meyvesinin mayalanmış suyudur.

Şarap üretiminde iki aşama söz konusudur: Üzümlerin yetiştirilmesi; şarap yapımı. Şarabın niteliğini, bu iki aşamada gösterilen beceri belirler. Öteki etkenlerse, üzüm yetiştirilen bölgenin iklimi, bağın yerbilimsel yapısı ve yetiştirilen üzümlerin türü ya da türleridir.

Bağcılık: Hasatın başarılı olması için, bağın yıl boyunca dikkatle bakılması ve denetlenmesi gerekir. Budama yöntemleri özel önem taşır. Bazı bölgelerde, asma başına verimin az olması yüksek nitelikli şıra verdiğinden, asmalar her kış aşırı derecede budanır.

Haziranın ilk yarısında (kuzey yarıkürede) asmalar çiçeklenir. Asmaların yaz boyunca, böceklere, küfe ve mantara karşı düzenli olarak ilaçlanması gerekir. Genellikle Eylül sonu ya da Ekim başlarında, üzümler olgunlaşıp toplanmaya başlanır.

Şarapçılık: Üzüm suyu (şıra), mayalanmanın doğal etkisiyle şarap haline gelir. Mayalanma sürecinde, üzümlerin şeker içerikleri, mayalar tarafından alkol ve karbon dioksit gazına dönüştürülür. Genellikle şıraya, özel olarak üretilmiş mayalar eklenir; ama üzümün kendi kabuğundaki mayadan da yararlanılabilir. Kabuk yırtılıp, maya meyve etine ulaşır ulaşmaz mayalanma başlar.

Mayalanma, üzümdeki şeker alkole dönüştürülünceye ya da alkol şıra hacminin yaklaşık % 15'ine erişinceye kadar sürer. Bu noktada mayalar genellikle ölürler. Ama, bütün şeker kullanılmadan mayalanma durdurulup, tatlı şarap da elde edilebilir. Bu amaçla ya alkol ve kükürt eklenir ya da şıra, ince süzgeçlerden geçirilir.

Siyah üzüm suyu da, beyaz üzüm suyu gibi aşağı yukarı renksizdir. Bu yüzden, siyah üzümlerden de beyaz şarap yapılabilir. Bununla birlikte, kırmızı şarap genellikle siyah üzümlerden, beyaz şarap da beyaz üzümlerden üretilir. Kırmızı şarap yapımında gerekli renk, üzümlerin kabuklarından elde edilir. Bu nedenle, kırmızı şarap üretim tekniği, beyaz şarap üretiminden değişiktir.

Kırmızı şarap yapmak için salkımlar, sapları ayıklayıp, üzümleri hafifçe ezen bir makinadan geçirilir. Ezilmiş üzümler, kabuklarıyla birlikte bir tekne içine pompalanıp, mayalanmaya bırakılır. Şıra şarap haline gelmeye başlayınca, kabuklardan daha çok

Üzümleri saplarından ayırma. (altta) Bu işlemde üzümler kısmen ezildiğinden, kabuk üstündeki mayanın üzüm suyuna karışması, böylece mayalanmanın başlaması sağlanır.

renk çıkmaya başlar. Yeterli renk ve tanen (şaraba özel bir tat veren doğal asit) elde edildikten sonra, şarap süzülerek kabuklardan ayrılır. Kabuklar da ayrıca sıkılarak, koyu renkli ve tanen bakımından zengin bir şarap elde edilir. Bu şarap, bazen süzülmüş şaraba katılır.

Beyaz şarap yapmak için üzümler, gene saplarından ayrılıp ezilir. Ama sonra, bu karışım bir yatay presten geçirilip, kabuklar sıkılarak şıradan ayrılır. Pembe (roze) şarap, normal olarak siyah üzümlerden, şıranın, yeterli rengi alıncaya kadar kabuklarla bir arada tutulmasıyla elde edilir.

Mayalanma tekneleri, çoğunlukla tahta, paslanmaz çelik, cam lifi ya da betondan yapılır. 25°C do-

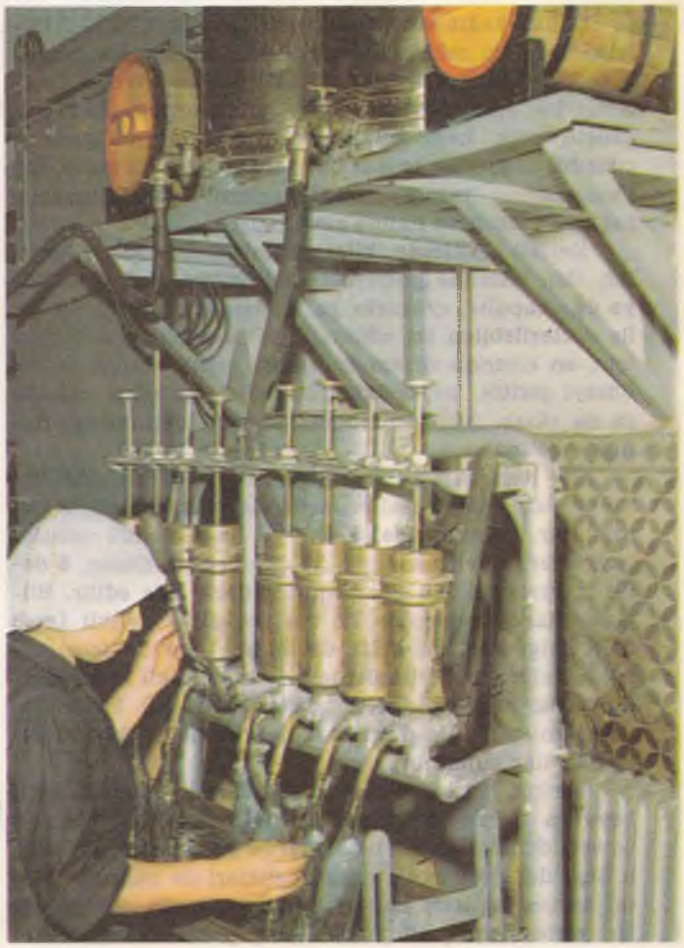
Üzüm suyunun (ya da şıra) mayalanma sırasında şeker içeriğinin denetlenmesi. (sağda) Mayalanma sırasında kabuklar yüzeye çıkıp bir örtü oluştururlar. Oksijenin şıraya ulaşması için, bu örtüde delikler açılması gerekir.
Beyaz şarap üretiminde üzüm kabuğunun değeri yoktur. Bu nedenle üzümler, preste iyice sıkılır. (altta)

layındaki uygun sıcaklığın yaratılması çok önemlidir. Mayalanma başlayınca kabuklar, teknenin üstüne çıkarak bir örtü oluştururlar. Bu, gerekli oksijenin alttaki şıraya ulaşmasını engellediğinden, örtüyü delmek ve kabukların bütün sıvıya değmesini sağlamak gerekir.

Normal olarak şıraya şeker eklemek gerekmez. Ancak, güneşin az olduğu ve üzümlerin her zaman olgunlaşamadığı kuzey bölgelerinde bu uygulamaya oldukça sık raslanır. Şeker eklenmesinin amacı, alkol derecesini artırmaktır.

Olgunlaştırma: Birçok bölgede uygulanan *Bordeaux yöntemi*nde, bağbozumunu izleyen Şubat ayı içinde, kırmızı şarap büyük fıçılara çekilir. Genellikle meşe ya da kestane ağacından yapılan fıçılarda şarap, tahtanın gözeneklerinden oksijen alarak olgunlaşır. Olgunlaştırma süresi değişebilir. Normal süre 18

Şıranın asit derecesini, özgül ağırlığını ve kırılma indisini ölçmek için yapılan laboratuvar deneyleri. (solda) Asit, pH-ölçerle (resmin solunda), özgül ağırlık terazilerle (resmin ortasında), kırılma indisi de kırılımölçerle (üzümlerin yanında) ölçülür. Şarap şişelerinin temizlenmesi. (altta) Kırmızı şaraplar bir süre de şişelerde olgunlaştırılır. Beyaz şaraplarsa taze içilir.



ay - 2 yıl arasındadır; ama istenirse şarap, çok daha uzun süre yıllandırılabilir.

Şarap, şişelemeden önce, genellikle yumurta akı ya da jelatin gibi albüminli bir maddeyle inceltilir. Bu işlem, duru ve parlak olmasını sağlar. Çoğunlukla şarabın şişe içinde biraz daha olgunlaşması istenir. Beyaz şarabın olgunlaştırılma süresi, kırmızı şarabınkinden kısadır. Beyaz şaraplar, ya bağbozumunu izleyen baharda ya da daha önce şişelenirler ve genellikle tahta fıçılarda hiç bekletilmezler. Beyaz şarapların çoğu, taze halde içilecek biçimde yapılır. Gerçekte günümüzde üretilen birçok kırmızı şarap da, tazeyken tüketime elverişli özelliktedir.

Nitelikli kırmızı şaraplarda, asit bileşikleri, şekerler, tanenler, esterler ve aldehitler arasında uyumlu bir denge sağlanması, zaman alır. Alkol mayalanmasının yan ürünü olan esterler ve aldehitler, şarabın kokusuna katkıda bulunurlar. Ancak, çok uzun süre bekletilen şarabın rengi solar ve meyve ile asit kuvvetini yitirdikçe, tadı yavanlaşır. Şarabın olgunlaştırılması ya da saklanması sırasında sıcaklığın, ne çok soğuk, ne de çok sıcak (7°C-18°C arasında) olması ve değişmemesi önemlidir.

ŞERİT DELİCİ VE OKUYUCU

Delikli kağıt şerit, delikli kartlar gibi, BİLGİ SAKLAMA'nın en eski yöntemlerinden biridir. İlk olarak XX. yüzyılın başlarında, TELGRAF ve teleks sistemlerini otomatikleştirmede kullanılmış, sonradan geliştirilerek, hem bilgisayar verilerinin giriş ve çıkışına uygun bir ortam haline, hem de otomatik donanımların, takım tezgâhlarının denetlenmesini sağlayan bir araç haline getirilmiştir.

Delikli şeritlerde, bilgi birimleri, harfler ve sayılar, *ikili* sistemle gösterilir. İkili biçim, yalnız «açık» ya da «kapalı», «yüksek» ya da «alçak», «1» ya da «0» ile gösterilebilen iki «düzeyi» ya da «konumu» olduğu için, en elverişli sistemdir. «Açık», «yüksek» ya da «1» düzeyi şeritte, bir delikle gösterilir; «kapalı», «alçak» ya da «0»sa, deliğin bulunmamasıyla (delinmemiş konum) belirtilir.

Her harf, sayı ya da simge, şeridin enine satırı üstünde yan yana yeralan farklı delik düzenleriyle tanımlanır. Günümüzde, 5, 6, 7 ya da 8 delikli şeritler yaygındır. 5 delik koduyla 32 (2^5) değişik düzen, 8 delik koduyla da 256 (2^8) değişik düzen elde edilir. Bilgisayarlarda genellikle 2,5 cm genişlikte delikli (yedi delik bilgi için, bir delik de teknik denetim için) şeritler kullanılır. Telekslerde 5, 6 ve 8 delikli kodlardan, otomatik yazı makinalarında da 6 delikli kodlardan yararlanılır. FİLM dizgi makinalarında 6, 7, 8 ve 31 delikli kodlar kullanılır.

Şeritte, veri deliklerine ek olarak, bilginin şerit boyunca doğru aralıklarla yerleştirilmesini sağlayan ve veri delikleriyle aynı satırlarda yeralan, küçük çaplı dişli delikleri ya da sürgü delikleri de bulunur. Metal temas fırçaları kullanan okuyuculardа, 2,5 mm'de bir yerleştirilmiş sürgü delikleri, şeridi okuma istasyonuna besleyen dişli çarkı üstünden geçerler. Yüksek hızlı fotoselli okuyucularda, şerit, yavaş dişli çark yerine, sürtünmeli tekerlekler üstünden beslenir ve sürgü delikleri, bir *zamanlama vurusu* ya da saat vurusu oluştururlar. Böylece, okuma istasyonundan geçen veri sütunlarının okunma zamanını belirlerler.

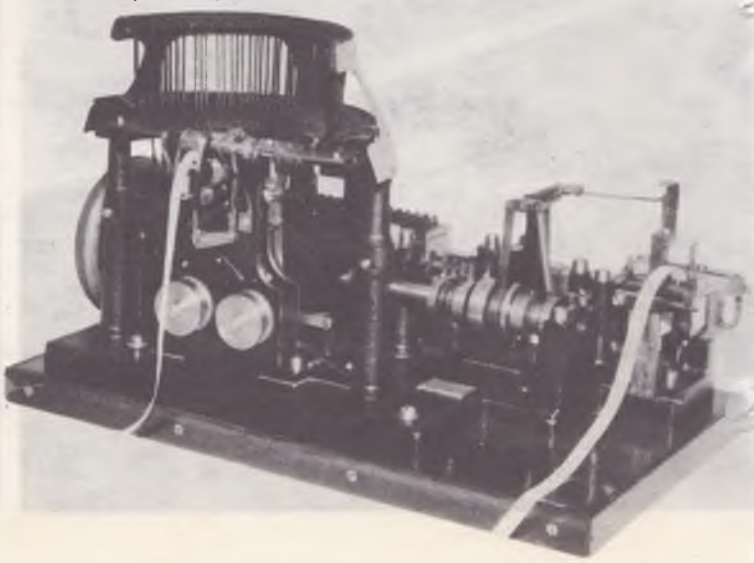
Deliciler: Bilgisayarlarda kullanılan öteki çıkış birimlerinde olduğu gibi, çıkış şeridini üreten mekanik işlemlerin hızı, veri üreten merkezî işlem biriminin hızından çok düşüktür. Bu nedenle, bilgisayarlarda kullanılan şerit delicilerde, «*delgi saklama tamponu*» adı verilen bir ara saklama ortamı vardır. Merkezî işlem biriminin verileri tampona yüklenip, delicinin kendi hızıyla şerit hazırlaması sırasında merkezî birimin serbest kalması sağlanır. Giriş verilerini bir klavyeden alan deliciler, giriş sinyallerinin oluşumundan daha hızlı şerit hazırlayabildikleri için, tampona gerek göstermezler.

Veri delikleri, delgi iğneleriyle oluşturulur. Şerit makinadan geçerken, tek bir delgi iğnesi, sürgü deliklerini deler. Sürgü delikleri, dişli çarka geçip şeridin delgi istasyonundan doğru aralıklarla geçmesini sağlar. Delgi iğneleri, elektromıknatıslar tarafından çalıştırılır ve denetlenir. Her delik konumu için bir delgi iğnesi vardır. Giriş verisinde «1»le gösterilen iğne, harekete geçip bir delik deler. Giriş verisi «0» olduğu zaman, delik delinmez. Günümüzün otomatik delicileri, saniyede yaklaşık 30 karakter hızla çalışabilmektedirler.

Okuyucular: Kağıt şerit okuma makinalarında yıllarca, kart okuma makinalarındaki gibi metal fırçalar kullanılmıştır. Ama yeni yüksek hızlı makinalarda, genellikle FOTOSEL'lerden yararlanılmaktadır.

Metal fırçalı makinalarda, dişli çark, şeridi doğru konuma getirir ve zaman vurusu bütün fırça algılama devrelerini kapatır. Bir deliğin bulunduğu konumda, fırça, şeridin öteki yanındaki pirinç ruloya

1900 yıllarının başlarında, Frederick G. Creed tarafından üretilmiş, delikli şerit denetimli bir baskı makinası. (altta)

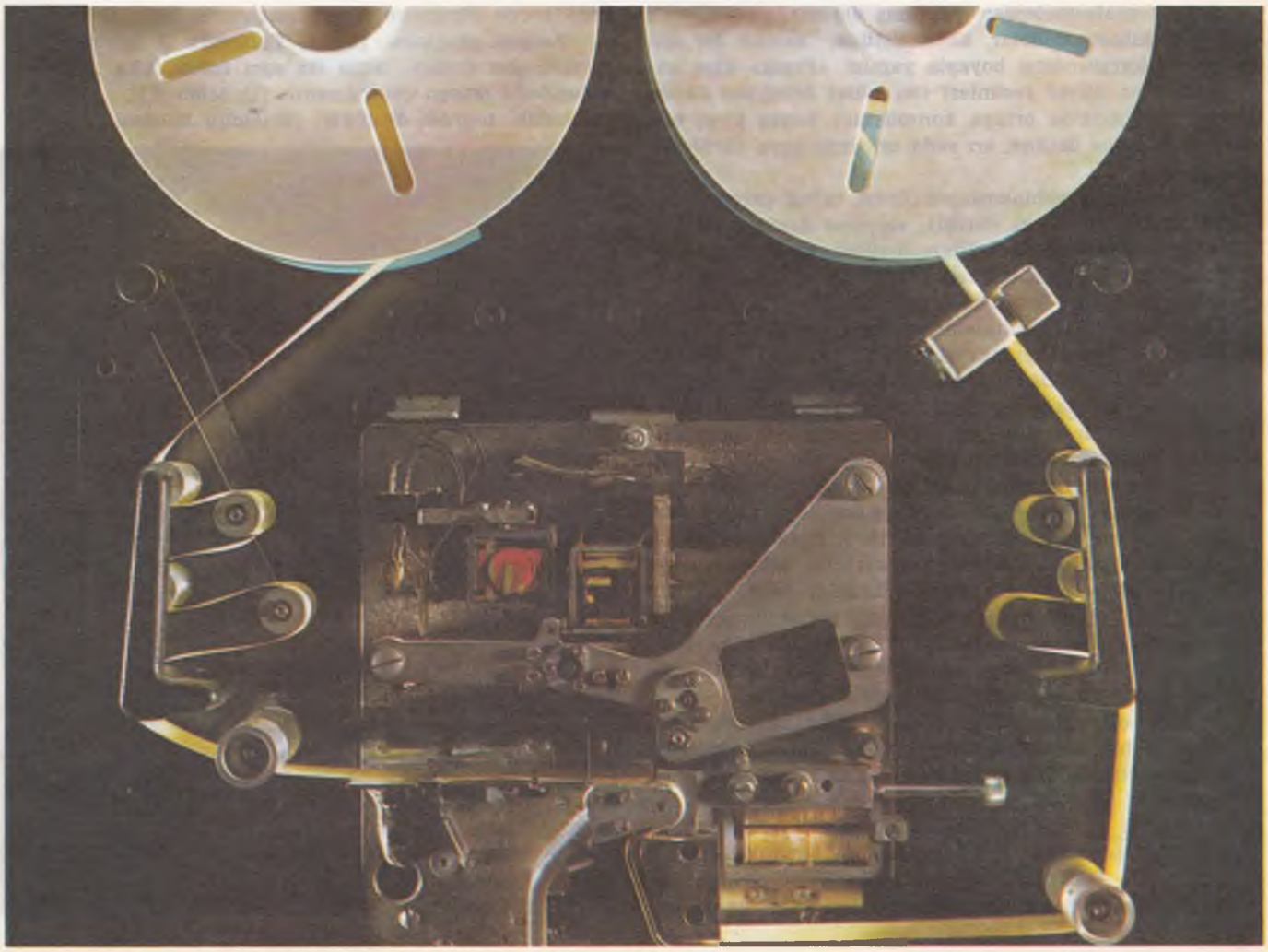


dokunur ve devre yeniden açık duruma gelip «1»i gösterir. Delik yoksa, herhangi bir dokunma olmaz ve algılama devresi kapalı kalarak «0»ı gösterir. Çıkışlar, algılama devrelerinden bilgisayara gönderilerek, «0» ve «1» sinyallerinin bir araya getirilmesinden oluşmuş harfler, sayılar ve simgeler ortaya çıkarılır. Ardından, bütün algılama devreleri anahtarları yeniden kapanır ve makina, bir sonraki satırı okuyabilecek duruma gelir. Bu tür okuyucuların sakıncaları, hızlarının düşük olması (saniyede 30 karakter kadar) ve fırçaların neden olduğu şerit aşınmasıdır.

Yüksek hızlı yeni şerit okuyucularında, ışık demeti ile fotosel kullanılır. Bunların okuma kapasitesi, saniyede 1 000 karakterdir. Şeridin üstündeki bir ışık kaynağından çıkan ışık, şeritteki delikten geçerek, şeridin altındaki bir fotosel tarafından algılanır. Fotoselin çıkışı kuvvetlendirilir ve bilgisayara «1» sinyali olarak gönderilir. Işığı geçirecek delik yoksa, fotoselde hiç bir çıkış olmaz ve bilgisayar bunu bir «0» sinyali olarak alır.

ŞİŞME BOT Bk. CAN KURTARMA (denizde)

Bir bilgi iletim sistemi, bir bilgisayar sistemi ya da veri oluşturma ve denetim sistemi çıkışlarıyla delikli şerit üreten bir IBM 1 055 şerit delici. (üstte) Bilgisayar sistemlerinde kullanılan yüksek hızlı delici. (altta)



T

TABANCA Bk. OTOMATİK TABANCA; TOPLU TABANCA

TABLO RESTORASYONU

Tablo restorasyonu, tablo koruma işlemlerinden biridir. Amacı, çeşitli nedenlerle yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kalan ya da bozulan yapıtları özgün haline getirmek ve onlara dayanıklılık kazandırmaktır.

Tabloların yapısı: Boya, toz haline getirilmiş renklendirici maddelerin bir sıvıyla karıştırılmasından elde edilir. Bu sıvı zamanla katı bir tabaka haline gelir. Tablolarda boyanın sürüldüğü yüzey (altlık), değişik malzemelerden yapılmış olabilir.

Suluboya tablolar, kağıt üstüne, zamklı bir sıvı ortama karıştırılmış boyayla yapılır. «*Fresk*» diye adlandırılan duvar resimleri (en güzel örnekleri Rönesans'ta İtalya'da ortaya konmuştur), beyaz kireç badanalı duvar üstüne, arı suda eritilmiş boya sürülerek yapılır.

Yağlıboya tablolardaysa önce, tahta çerçeve üstüne gerili olan bez (tuval), «*zemin*» denilen bir kat boyayla kaplanır (genellikle üstübeç ve beyaz tutkal karışımı). Boya da, ya tek kat ya da değişik renkleri elde etmek için üst üste birkaç kat sürülür. Tablolar kuruduklarında verniklenirler. Bazı vernik türlerinin (özellikle kopal vernik) zamanla renkleri bozulur. Tabloların temizlenmemesinin başlıca nedeni budur.

Suluboya tablolar: Suluboya tablolarda karşılaşılan önemli bir sorun, kağıdın her türlü tutkaldan kolayca etkilenmesi ve bu nedenle çerçeve ya da destek tahtasına yapıştırıldığında lekeler oluşmasıdır. Tutkalla karton üstüne yapıştırılmış suluboya tablolarda, her tür güve ve böcek üreyebildiği için, tabloyu restore eden kişinin öncelikle bu kartonu söküp, tutkal artıklarını yok etmesi gerekir. Lekeler önce, bir tür ağartıcıyla iyice silinir; sonra da arı suyla ağartıcı temizlenir. Ancak, ağartıcı kullanılmadan önce, tablodaki bütün renklerin, ağartıcıdan etkilenip etkilenmediğini anlamak için incelenmesi gerekir.

Son olarak suluboya tablo, kağıt köşebentlerle, nitelikli bir karton üstüne takılır. Suluboya kolayca solabildiğinden, hiç bir zaman kuvvetli ışığa tutulmamalıdır.

Duvar resimleri: Duvar resimleri restorasyonunun kendine özgü sorunlarından en önemlisi, gerekli işlemlerin, stüdyo koşulları dışında, yani yerinde yapılması zorunluluğudur. Savaşlar, yağmur ve güneş, su baskınları (sözgelimi, 1966'da Floransa'daki su baskını) yüzyıllar boyu duvar resimlerini soldurmuş, parçalamıştır.

XIX. yüzyılın ortalarına kadar, fresklerin dökülmüş yerleri yeniden boyanarak onarılmaktaydı. Sonraları, özgün boyayı korumanın önemi kavranınca, resimlerin üstü bir çeşit tutkalla örtülmeye başlandı. Ne var ki bu yağlı madde, birçok duvar resminin bozulmasına yolaçtı.

Freskin en büyük düşmanı, çatıdan aşağı süzülen ya da topraktan emilen nemdir. Yerden gelen nemin içindeki tuzlar, boyanın yüzeyinde ve içinde billurlaşarak resmi bozar. Ayrıca billurlar, yalnızca freskin yüzeyini bozmakla kalmaz, badanayı da parçalayabilirler.

İngiltere'de Hampton Court sarayında bir restorasyon çalışması. (altta) Tablonun X ışınlarıyla incelenmesi sonucu, altta iki ayrı tablo daha bulunduğu ortaya çıkarılmıştır. İlk tablo XV. yüzyıldan, sonraki de XVII. yüzyıldan kalmadır.

Sorunun üstesinden gelmenin bir yolu, bazı çözeltiler sürerek yüzeyi, baryum sülfatla güçlendirmektir. Bazen bir freskin, bulunduğu duvardan sökülüp, daha sağlam bir yere aktarılması gerekebilir. Bu teknik, büyük dikkat ve ustalık gerektirir. Önce iki kat bez hayvansal tutkalla freskin yüzüne yapıştırılır ve kurumaya bırakılır. Sonra, bezin çekilmesiyle fresk duvardan sökülür. Yalnızca boyanın söküldüğü *(strappo)* ya da boyayla birlikte badananın da söküldüğü *(stacco)* çeşitli yöntemler vardır. Stacco yönteminin özelliklerinden biri, bazen freskin altındaki ilk eskizleri de ortaya çıkarmasıdır.

Yağlıboya tablolar: Yağlıboya tabloların bakım ve restorasyonu, iki ana grupta ele alınabilir: Yatağın bakımı; boya yüzeyinin bakımı. Genellikle, boya yüzeyi üstünde çalışılmadan önce, yatağın sağlamlaştırılması gerekir.

Tablolarda kullanılan tahta altlıkların yarattığı başlıca sorun, tahtanın, havadaki nem oranına göre esneyip daralmasıdır. Bu hareket, zamanla boyada çatlamalara ve kırılmalara yolaçabilmektedir. Bununla birlikte, hareketin fiziksel yöntemlerle durdurulması, tablonun denetimli bir ortamda bırakılmasından daha çok hasara neden olmaktadır. Eskiden, bu tür tablolar, arkalarına tahta çubuklar ya da ızgaralar yapıştırılarak korunmak istenmiş, ama bu durumda tahtanın, boyut değiştirirken zayıf noktalarından çatladığı görülmüştür. Günümüzde bu tür kısıtlamaların tümü kaldırılmakta, tahta üstüne yapılmış tablolar, kendi ağırlıklarıyla, nem oranı yüksek bir ortamda bekletilmektedir. Bir süre sonra da tablonun arkası sugeçirmez bir maddeyle kaplanarak, nem oranı kararlı hale getirilmektedir.

Bez altlıklar (tuval) havadaki nem değişikliklerinden tahtaya oranla daha az etkilenirler; ama kolaylıkla delinir ya da yırtılırlar. Ayrıca esneklikleri, gevrek boyanın dökülmesine, çatlamasına yolaçabilir. Yırtık ya da erimiş yerler, *yamanarak* onarılır. Yamama, gereken yere arkadan bez yapıştırılarak gerçekleştirilir. Boyanın dökülmeye yüz tuttuğu durumlarda beze arkadan sürülen tutkal, bezin içinden geçip boyayı tutar ve yeniden beze yapıştırılır.

Altlık iyice çürümüşse, tablo yeni bir altlığa aktarılır. Tıpkı duvar resimlerinin aktarılmasında olduğu gibi, önce ön yüzey, uygun bir malzemeye yapıştırılır; sonra tablo, yüzü yere gelecek biçimde yatırılır ve zemin boyası bulununcaya kadar, arkadaki bez kesilerek alınır. Bazen zemin boyasının da alınması gerekebilir. Ama bu işlem oldukça güç olduğu için, en-der uygulanır.

Altta soldaki resim, Azize Caterina'nın XV. yüzyılda yapılmış tablosudur. Sağdaysa, aynı tablonun üst üste iki kez çekilmiş holografik fotoğrafı yeralmaktadır. İki fotoğraf, farklı sıcaklıklarda çekilmiştir. Görülen düzensiz bölgeler, boyanın döküldüğü yerleri belirtmektedir.

İngiltere'de bir tavan ve duvar resminin restorasyonu. (solda üstte)

Temizleme ve restorasyondan önce, boyalı bir parçanın tavandan alınması. (solda altta)

Altlık bakımı yapıldıktan sonra, boya tabakası üstünde çalışılabilir. Buradaki «temizleme» işlemi, yalnızca kirlerin değil, rengi bozulmuş vernik kalıntılarının ve tabloya sonradan eklenmiş rötuşların da temizlenmesini kapsar. Rötuşların zararı, genellikle gereken yerin dışına taşmaları ve özgün boyayı örtmeleridir. Bunlar, uygun çözeltilerle silinerek temizlenir. Temizleme işlemine, özgün boyanın zarar görmemesi için özen gösterilmelidir. Rötuşların çözeltiyle temizlenemediği durumlarda, neşter kullanıldığı da olur.

Temizlikten sonra, çıkarılan rötuşların altındaki boşluklar boyanır. Boyama yöntemi, ülkeden ülkeye ve resimden resime değişir. Bazen boş olan yer özgün resimde olması gerektiği gibi doldurulur, bazen de tek bir renkle kapatılır. Bu boyalarda ve son verniklemede kullanılan malzeme, kolaylıkla çözülebilecek bir madde olmalıdır.

Tabloların bilimsel olarak incelenmesi: Günümüzde tablo restorasyonunda, çözümleme biliminin sağladığı çeşitli olanaklardan yararlanılır. En yaygın örnek, sahtelikleri, resim üstüne yapılan boyamaları ya da ressamın yaptığı kompozisyon değişikliklerini ortaya çıkarmada X ışınlarının kullanılmasıdır. Ayrıca, bakım aşamalarını saptamak için normal renkli fotoğrafçılıktan, alt çizimleri ortaya çıkarma amacıyla kızılaltı fotoğrafçılıktan, yüzeydeki değişiklikleri göstermek için de morötesi fotoğrafçılıktan yararlanılır. Boya tabakasını ve bozulmuş bölgeleri daha ayrıntılı olarak incelemek için de, *mikroskop* kullanılır. Bu tür incelemeler, tablonun yapılma tekniği ve tarihi konusunda ayrıntılı bilgiler sağlar.

TAHRİBATSIZ DENEY Bk. NİTELİK DENETİMİ

TAHRİK, eylemsizlikle

Uzayda, kuvvet alanlarından (YERÇEKİMİ gibi) uzakta bulunan bir kütleyi hareket ettirebilecek yalnızca bir tek mekanizma bilinmektedir. «Mermi ve tüfek» ilkesi diye de adlandırılan bu mekanizmada, hareket ettirilecek kütlenin bir bölümü ayrılır ve iki parça, ortak kütle merkezlerinin yeri değişmeyecek biçimde birbirlerinden uzağa doğru itilir. Bu ilkenin uygulanmasıyla yapılmış aygıtlardan biri, ROKET'tir.

Ne var ki, CAYROSKOP'larla yakın zamanlarda yapılan deneyler, bu aygıtların, günümüzün roketlerinde olduğu gibi arkasından atılan maddenin yitirilmesi durumuyla karşılaşılmadan harekete geçirilebi-

leceğini ortaya çıkarmıştır. Roketler, sevk yakıtının yalnızca bir kez kullanılması nedeniyle, pahalı aygıtlardır.

Newton'un hareket yasaları: Roketin ilkesi, NEWTON YASALARI'yla açıklanabilir. Ortaya çıkan kimyasal enerji, yakıtın ivmelendirilerek roketten atılması için kullanılır. İkinci hareket yasasına göre, yakıtın kütlesini ivmelendiren bir kuvvet ya da itme kuvveti vardır (kuvvet, kütle ile ivmenin çarpımına eşittir). Üçüncü hareket yasasına göre de, yakıta bir kuvvet etkiyorsa, roketin gövdesine de karşıt yönde eşit bir kuvvet etkide bulunmalıdır. Bu kuvvet, roketin, yakıta karşıt yönde hareket etmesine neden olur.

Roket, atılan yakıtı toplayabilecek bir mekanizmayla donatılabilseydi, yakıt yeniden kullanılabilirdi. Ama atılan yakıtın toplanabilmesi için, önce hareketsiz duruma getirilmesi gerekir. Bu da rokete geriye doğru bir kuvvet uygulayıp, roket ilkesini ortadan kaldıracağından, söz konusu mekanizmayla başarılı sonuç alınamaz. Ama cayroskop kullanılarak bu tür bir düzenleme yapılabilir.

Cayroskoplar ve dönen cisimler: Newton'un ikinci hareket yasası, yani kuvvetin kütle ile ivmenin çarpımına eşit olduğunu belirten yasa, dönen cisimlere uygulandığında (Bk. DİNAMİK) şu sonuç elde edilir: Döndürme momenti (tork), eylemsizlik momenti ile açısal ivmenin çarpımına eşittir. *Döndürme momenti* bir döndürücü etkidir; *eylemsizlik momenti*, kütlenin dönmeye ya da çevrilmeye karşı gösterdiği «direnç» olarak kabul edilebilir; açısal ivmeyse, açısal hızın değişme oranıdır ve *radyan* bölü saniyekare cinsinden ölçülür (Bk. MATEMATİK).

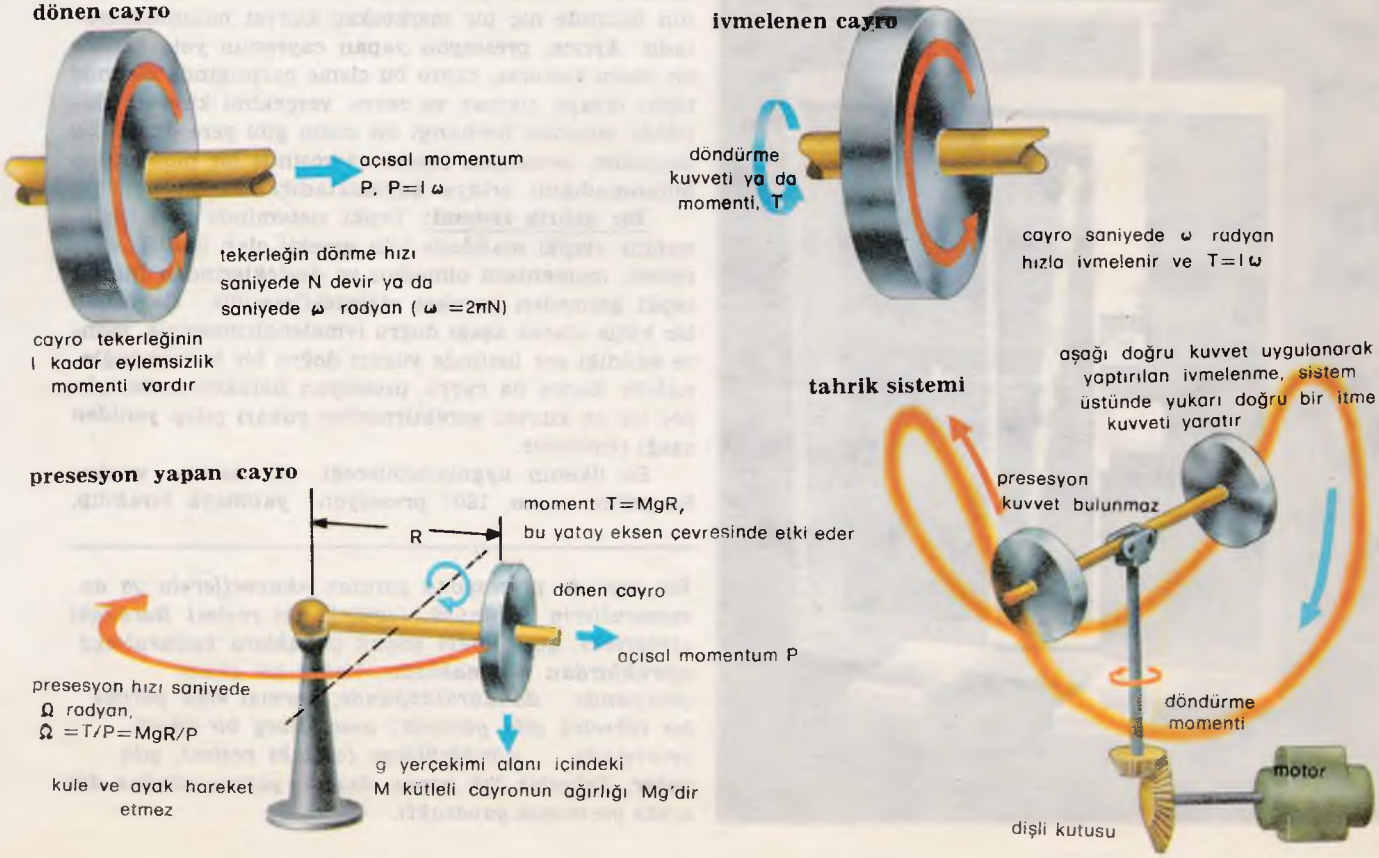
Bir cayroskop, ortogonal yalpa çemberleri (eksenleri dik açılarda duran halkalar) üstüne monte edildiğinde, başka bir hareket türü gözlemlenebilir: Çemberlerden birine değişmez döndürme momenti uygulandığında, ikinci çember değişmez bir açısal hızla döner. Bu olaya «*presesyon*» adı verilmekte ve bilinen hareket yasalarıyla açıklanabilmektedir. Sonuçta ortaya çıkan açısal hızın hem büyüklüğü, hem de yönü, cayro tekerleğinin açısal momentumunun korunumuyla hesaplanabilir.

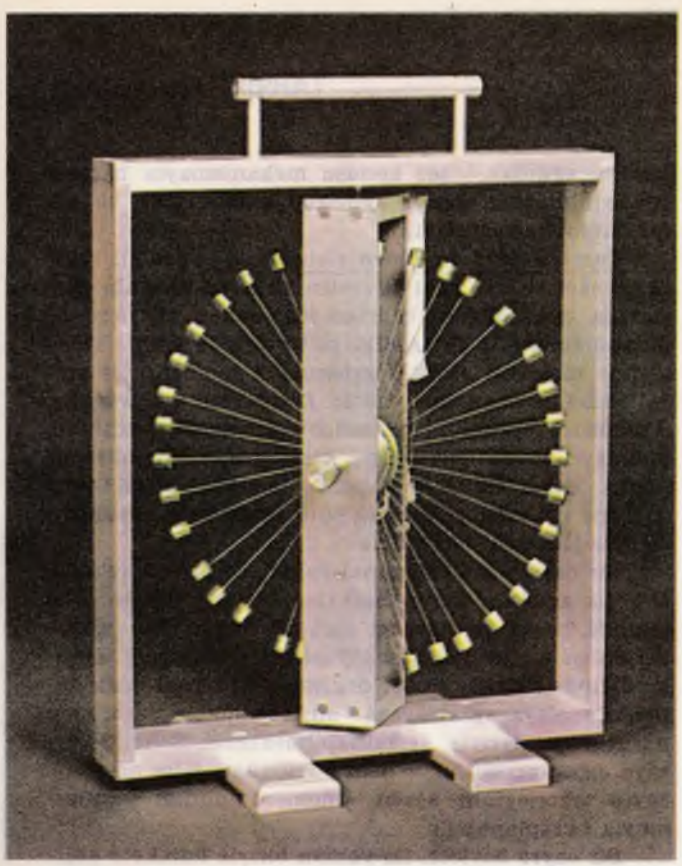
Bir cayro böylece, iki yoldan biriyle harekete geçirilebilir: Açısal *ivme*nin ortaya çıktığı normal yol; açısal *hız*ın ortaya çıktığı presesyon yolu. Cayronun harekete geçirildiği yolu, mekanik düzenleme belirler.

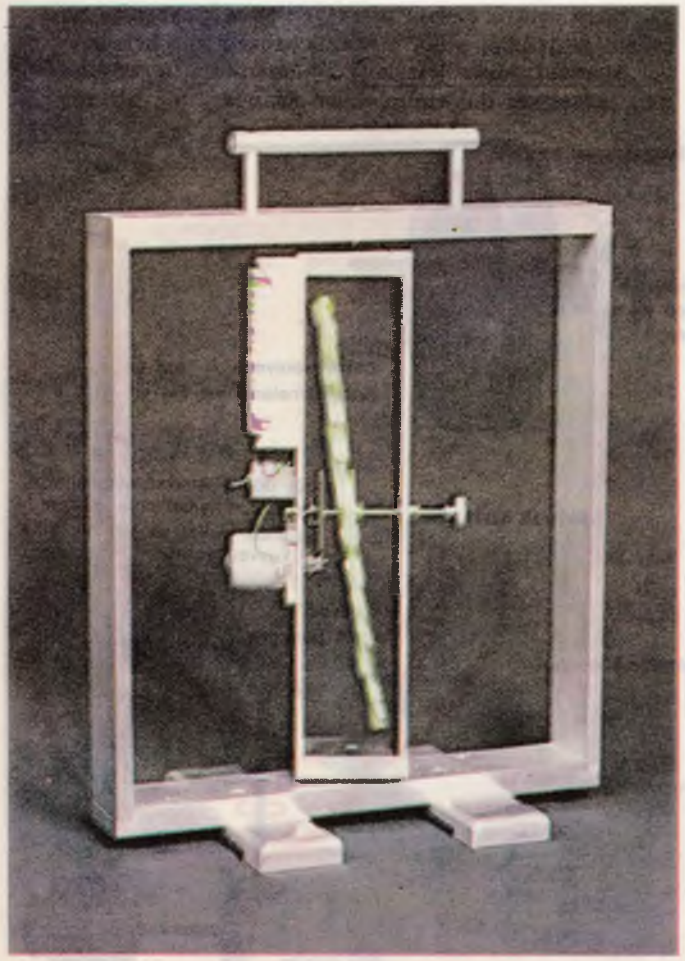
Momentumsuz hareket: Momentumun korunumu, presesyon düzlemindekiler dışında, hiç bir mo-

---

Değişmez hızla dönen bir cayronun momentumu, dönme ekseni çevresinde P *kadardır (sağ el kuralına göre eksen boyunca bir vektörle gösterilmiştir). Bu eksen çevresinde uygulanan moment, cayroyu ivmelendirir. Bir başka eksen çevresinde uygulanan moment, ivmelenme ortaya çıkarmaz, onun yerine presesyon (değişmez hızda) yaratır. Bir tahrik sisteminde cayroların aşağı doğru itilmesiyle, yukarı doğru itme kuvveti sağlanır. Ama presesyon sırasında hiç bir tepki yaratılamaz.*







mentum değişikliğinin ortaya çıkmasını gerektirmez ve cayro halkasının üstündeki döndürme momenti bir anda kaldırılırsa, presesyon yapan halka, aşağı yukarı sıfır zaman içinde durur. Kuramsal olarak, hiç bir «ölü ağırlık» yoksa (yani dönen kütleden başka kütle bulunmuyorsa), bir anda negatif ivmelenme olacaktır. Böylesine bir negatif ivmenin, sonsuz büyüklükte kuvvetler (ya da momentler) gerektireceği düşünülebilir; ama, burada bu tür kuvvetler yoktur. Dolayısıyle, cayronun «ideal» olması durumunda (ölü ağırlığın bulunmadığı durumda), presesyon sırasında, presesyon ekseni çevresinde hiç bir açısal momentum bulunmadığı kabul edilebilir. Uygulamadaysa, bütün cayroların, çerçeveleri nedeniyle ölü ağırlıkları vardır.

Bu önemli sonuç, iki halkanın eksenleri ile cayroskop ekseninin bir noktada kesişmediği durumlarda, büyük bir potansiyel kazanır. Böyle bir sisteme örnek olarak, bir tür oyuncak olan ve bir cayro ile bir kuleden oluşan «dengeli cayro» gösterilebilir. Bunda, döndürme momenti, yerçekimi kuvveti tarafından doğrudan cayro tekerleğine uygulanır. Dikey kuvvetse, cayro ekseninin bağlandığı kule tepesinden etkir. Bu durumda döndürme momenti ekseni, cayro eksenine dik, mil ile kulenin tam ara noktasında yeralan yatay bir çizgi olur. Böylece iki eksen, uzayda gelişigüzel yeralmış iki doğru durumundadır.

Bu sistem kaygan bir yüzey üstüne konup presesyona geçirildiğinde, kule ne devrilir, ne de kayar. Cayronun kuleye göre kaydırılmış bir durumda bulunmasına ve onun çevresinde dönmesine karşın, kulenin üstünde hiç bir merkezkaç kuvvet bulunmamaktadır. Ayrıca, presesyon yapan cayronun yolu üstüne bir cisim konursa, cayro bu cisme çarptığında cisimde tepki ortaya çıkmaz ve cayro, yerçekimi kuvveti alanında bulunan herhangi bir cisim gibi yere düşer. Bu özellikler, presesyon ekseni çevresinde bir momentum bulunmadığını ortaya koymaktadır.

Bir tahrik sistemi: Tepki sisteminde geri toplanabilir «tepki maddesi» için gerekli olan özellik, cayronun, momentum olmadan ve desteklerinden hiç bir tepki gelmeden hareket ettirilebilmesidir. Cayronun bir kütle olarak aşağı doğru ivmelendirilmesiyle, monte edildiği yer üstünde yukarı doğru bir kuvvet sağlanabilir. Sonra da cayro, presesyon hareketi nedeniyle, hiç bir ek kuvvet gerektirmeden yukarı çıkıp yeniden aşağı ivmelenir.

Bu ilkenin uygulanabileceği iki sistem vardır. Sözgelimi cayro, 180° presesyon yapmaya bırakılıp,

---

Bir cayroda presesyonu yaratan «kuvvetler»in ya da momentlerin görünüşü. (soldaki iki resim) Buradaki «tekerlek», yay görevi yapan çubuklara tutturulmuş ağırlıklardan oluşmaktadır. Yatay bir eksen çevresinde döndürüldüğünde, normal «tek parça» bir tekerlek gibi görünür; ama dikey bir eksen çevresinde döndürülürse (alttaki resim), yan yatar. Tekerlek tek parça olsaydı, yatma yönüne dik açıda presesyon yapacaktı.

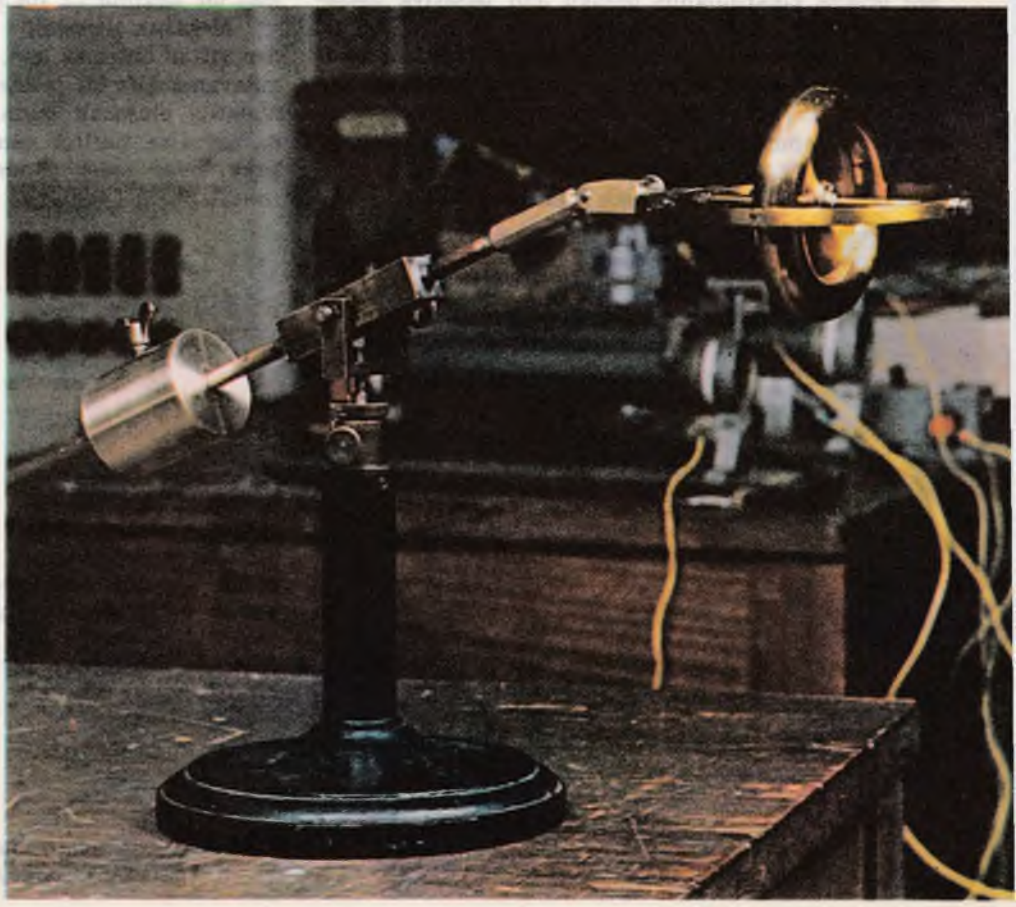
ardından presesyon durdurulup (presesyon momentumu bulunmadığından, durdurma hiç bir kuvvet gerektirmez), mermi ve tüfek ilkesi kullanılarak, eksen yönünde bir kuvvetle başlangıç noktasına döndürülebilir. Böylece desteklerinin hareket etmesi sağlanacaktır. Bir başka yöntem de, cayronun 180° boyunca serbest presesyona bırakılıp, kuvvet uygulama yoluyla (ivme altında) 360°'lik turu tamamlamaya zorlanmasıdır. Bu da, net bir kuvvetin doğmasına yolaçar.

İki uygulamada da, itkili bir hareket yerine, düzgün bir hareket elde etmek için birden çok cayro kullanılabilir. İlk itme, bir kuvvet değil de bir döndürme momenti olduğu için, uzayda kullanılacak olan cayrolar çifter çifter kullanılmalı ve sistemi dengeleme amacıyla, gerek cayro millerinin dönüş yönü, gerek momentlerinin yönü birbirine karşıt doğrultuda olmalıdır.

TAHTA, YAPAY

Kontrplak, *sunta* ve çeşitli *kontralit* türleri, XX. yüzyıl teknolojisindeki ilerlemelerle gerçekleşen yararlı ürünlerdir. Suntaya bazen «*pres tahta*», kontrplaklara da bazen, ticari bir marka olan «*Masonit*» adı verilir.

Kontrplak, «*kaplama*» adı verilen çok sayıda ince tahta tabakasının, damarları birbiriyle dik açı yapacak biçimde üst üste yapıştırılmasından oluşur. Bu



Bu cayronun (üstte) 11 kg'lık kütlesi vardır ve dönme yapmadığı durumda bu biçimde tutulması zordur. Buna karşılık, dönme yaptığı durumda, yatay bir çember üstünde yavaş yavaş çevrilerek tutulması, aşağı yukarı hiç bir güç gerektirmez.

Yalpa çemberlerine bağlanmış bir cayro. (sağda) Yalpa çemberleri, iki yatay mil yardımıyla bir kola bağlanmıştır. Bu kol, kendi tabanı çevresinde de dönebilir. Cayro hareketsiz halde aşağı sarkarken, kolun öteki ucundaki ağırlık, kol yatay duracak biçimde ayarlanır. Cayroya bir dönme verilir ve yatay duruma getirilerek, dönmeye bırakılır. Bu durumda cayro, aşağı düşeceği yerde, resimdeki gibi yukarı kalkar.

tür tahta, kolayca kırılmaz, daha dayanıklıdır ve nem, sıcaklık gibi dış etkilerden, normal tahtadan daha az etkilenir. İç tabakalarda daha düşük nitelikli tahta türleri kullanılabilir (hattâ görünmeyen yerlerde kullanılacak kontrplaklarda, bütün tabakalar düşük nitelikli tahtadan yapılır). Dıştaysa, cilalandığı zaman çok gösterişli kaplamalar oluşturan nitelikli tahta tabakaları yeralır. Kontrplak, dayanıklı olmasına karşılık, alışılmış tahta işleme aletleriyle kolayca işlenebilir.

Sunta yapımında, işlenmiş kereste artıklarından yararlanılır. Bu artıklar küçük parçalar halinde kesilir, reçineyle kaplanır ve preste ısıtılarak levha halinde basılır. Sunta, kontrplak kadar dayanıklı değildir; ama kaplama, raf, vb. olarak kullanılabilir.

Kontralit, küçük tahta parçalarının yüksek basınçlı buhardan geçirilip, basıncın birden kaldırılmasıyla tahta liflerini bir arada tutan, «*lignin*» adlı plastik maddenin yeniden etkinleştirilmesi temeline dayanır. Parçacıklar daha sonra sıcak preslerde, ince, büyük levhalar halinde basılır. Kontralit daha çok iç kaplamalarda kullanılır. Çeşitli dekoratif görünümleri yansıtan birçok türü vardır. En yaygın kullanım alanlarından biri de, mağazalarda çeşitli malları asma ve sergileme amacıyla yararlanılan delikli kaplamalardır.

Bu tür tahta ürünleri geliştirmek yolundaki çalışmalar, başlangıçta, gerekli yapıştırıcılar ve teknoloji ortaya çıkarılmamış olduğu için başarıya ulaşamadı. Yapay tahta yapımıyla ilgili teknolojide, iki dünya savaşı sırasında, özellikle Almanların hammadde sıkıntısı yüzünden yeni malzemeler geliştirme çabalarıyla, büyük atılımlar gerçekleştirildi. Kontrplak ve sunta yapımında en çok kullanılan yapıştırıcı, *üre formaldehit*tir. Yapıştırıcıya, tahtanın nemden etkilenmemesini, ateşe dayanıklı olmasını, içinde böcek yaşamamasını sağlama amacıyla birçok madde eklenir.

Sunta yapımı: İşlenmiş kereste ve orman artıkları, çevresinde kesici dişler bulunan dönen bir diskle ya da üstünde bıçakların yeraldığı silindir biçimli bir blok yardımıyla, küçük parçalar halinde kesilir. Kesilen parçalar hilal biçimindedir. Aygıt bıçaklıysa, parçaların büyüklüğü ayarlanabilir. Parçalar daha sonra bir tür elekten geçer, yabancı maddeler ve büyük parçalar elenir. (Bu aşamada ya da daha sonraki aşamalardan birinde mıknatıslar da kullanılır. Çünkü, araya karışan metal parçaları, bıçağın dişlerini bozar.)

Bütün tahta türlerinden elde edilen parçalar, su içerir. Tahtaların, su içeriklerinin yüzde iki ya da üçe indirilmesi için kurutulması gereklidir. Kurutma, sıcak silindirler içinde gerçekleştirilir. Daha sonra parçalar, karıştırma silindirleri üstüne aktarılır ve oradan aşağı düşerken üstlerine reçine püskürtülür (reçine oranı yüzde onu aşmadığından, parçalar hâlâ kuru görünümlüdür). Bazen de püskürtme işlemi, silindirin içinde yapılır.

Daha sonra, sürekli bir şerit üstüne ya da birbirine bağlı çelik levhalar üstüne, parçalar elle yayılır. Ama bu yöntem düzenli bir dağılım sağlamadığından, üretilen levhalarda zayıf bölgeler oluşabilir. Bazı makinalar, parçaları ayırarak, ortaya büyük, alta ve üste de küçük parçaları yerleştirirler. Böylece, daha düzgün bir dağılım ve yoğunluk elde edilir.

Mekanik titreşimler ya da hava akımları yüzünden yitimi önlemek için, parçalar, hafif bir basınç uygulayan soğuk bir presten geçirilir. Daha sonraki aşamalarda oluşacak buharlaşmayı karşılama amacıyla da parçalar, hafifçe nemlendirilir. Böylece oluşan tabaka, sıcak prese gönderilir. 15 mm kalınlığındaki suntalar için uygulanan basınç 1 N/mm² (150 psi), sı-

Resimdeki (solda) parçalar, lignin'in (plastik madde) açığa çıkması için basınçlı buhar içinden geçirilecek ya da patlatma işlemiyle (ya da iki keskin disk arasında işlenerek) ince bir lif halini alacaktır.

Tutkal yayma aygıtından geçen kaplama. (sağda)

caklık da 120°C kadardır. Preste tutma süresi yaklaşık 10 dakikadır.

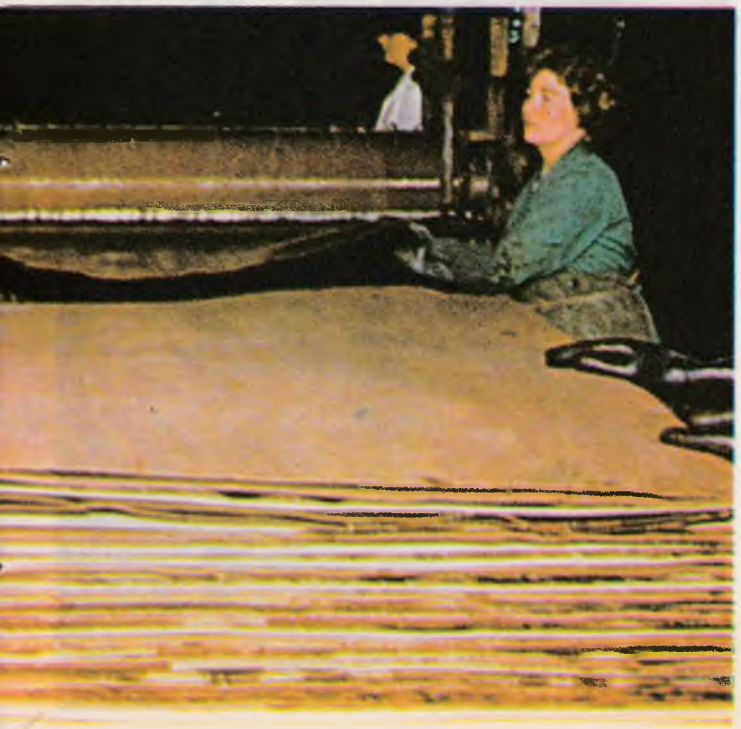
Presten çıkan levhalar, kurumaları ve içlerindeki gerilimlerin düzgün biçimde dağılması için bekletilir. Bekletme süresi tamamlanan levhalar, düzgün olarak kesilir ve tambur zımparalarla iki yüzleri da zımparalanır.

«*Ekstrüzyon*» adı verilen başka bir yöntemde de, ileri-geri hareket eden bir kol, parçaları, kalınlıkları ayarlanabilen, sıcak, paralel levhalar arasında sıkıştırır. Bu yöntemle uzun ve kalın levhalar yapılır. Ama bu levhalarda, basınç düşey değil, yatay olarak uygulandığından, iç yapılar biraz farklıdır. Söz konusu levhaların çekme mukavemeti daha yüksek, eğilme mukavemetiyse daha azdır.

Suntalar üç yoğunlukta yapılır. Bir metreküpünün ağırlığı 640-800 kg olan yüksek yoğunluklu sunta, döşeme gibi yüksek dayanıklılık ve kuvvet gerektiren yerlerde kullanılır. Metreküpünün ağırlığı 480 - 640 kg olan orta yoğunluklu suntadan, bölme, raf, tablo ve mobilya üretiminde yararlanılır. Düşük yoğunluklu suntanın başlıca kullanım alanlarıysa, dam kaplamaları, tavanlar ve bölmelerdir. Suntalar, ses yalıtımı açısından da elverişlidir. Yalıtma özellikleri, yoğunlukları azaldıkça artar.

Kontrplak yapımı: Kullanılacak ağaçlar, üretime alınmadan önce dikkatle seçilip incelenir. Üreticiler dünyanın her yöresinden kereste alırlar. Kontrplak yapımı, birçoğu tropikal bölgelerde yetişen, kabukları kolayca soyulabilen, uzun gövdeli, silindir biçimli ağaçlar gerektirir.

Tomruklar önce, ya dev havuzlarda kaynatılır ya da üstlerinden buhar geçirilir. Böylece tomruk yumuşar, içindeki nem düzgün olarak dağılır ve daha sonraki işlemler sırasında tabakaların çatlaması ya da birbirinden ayrılması olasılığı azalır. Özellikle tropikal ağaçlar işlenirken, bu işlemin yapılması zorunludur. Bazı ağaçlar (kayın ve huş ağaçları gibi), bu işleme gerek kalmadan kolayca soyulabilir. Finlandiya gibi soğuk ülkelerde tomruklar, donmamaları için buhar püskürtülen havuzlarda, aylarca kalır.



Havuzlardan alınan tomruklar, kabukları soyulup, uygun uzunlukta parçalara kesilir. Bir çeşit TORNA tezgâhına benzer bir tezgâhta da tabakalar ayrılır. Tabakaların aynı kalınlıkta olması gerektiğinden, bu aşamada nitelik denetimi uygulanır. Bıçağın dönüş hızı ve açısı, gövdenin biçimine ve ağacın türüne göre ayarlanabilir. Bu yöntemle 1 mm'den 4 mm'ye kadar tabakalar kesilebilir. Tabakaların kenarları, otomatik olarak ya da elle düzeltilir.

Kesilen tahta tabakaları içlerindeki nemin her noktada aynı düzeye inmesi için tünel biçimli sürekli kurutuculardan geçirilir. Nemin farklı oranlarda bulunması, kıvrılıp bükülmelere yolaçar. Uygun nem oranı, kullanılacak yapıştırıcı türüne göre %5 - %14 arasında değişir.

Kurutulan tabakalar ayrılıp gruplandırılır. Pahalı kaplamalarda kullanılan tabakalar, genellikle tek boy olur; ama birleştirilerek de kullanılabilir. Bu durumda ek yerleri düzgün ve paralel olmalıdır (kaplama giyotinleriyle ya da birleştiricilerle sağlanır). İç tabakalarda kullanılan parçaların kenarlarına, kaplamanın dayanıklılığını azaltacak boşluklar oluşmasını önlemek için, sonradan çıkarılan ekler yerleştirilir. Dış yüzeyleri oluşturan parçaların renkleri birbirine uydurulur ve bunlar, sağlam biçimde, görünmez bir ek yeriyle birleştirilir. Bu işlem, *otomatik bantsız ekleyici*de gerçekleştirilir.

Tabakaların üst üste yerleştirilmesiyle oluşan bu yapıya, tutkal eklenir. Tutkalın fazlası iyi yapışmayı engellediğinden, tutkal tabakasının her bölümü aynı kalınlıkta olmalıdır. Bir başka yöntem de, iki tabaka arasına, uygun büyüklükte kesilip reçine emdirilmiş kağıt yerleştirmeye dayanır.

Tabakalar bazen, önceden soğuk olarak preslenir. Daha sonra, hidrolik preste ısıtılmış levhalar arasında sıcak presleme yapılır. Sıcaklık, basınç ve öteki etkenler, üretimin cinsine göre ayarlanır. Tamamlanan levhalar istiflenir ve içlerindeki gerilimler ile nem oranı dengelendikten sonra, kenarları kesilip düzeltilir. Bazı türlerde, ön ve arka yüzün arasına ince tahta çıtalar yerleştirilir. Aradaki tahtalar düşük yoğunluklu türlerden seçilirse, kaplamalar daha hafif olur. Ayrıca, özel isteklere göre, sözgelimi ses ve ısı yalıtımı istenilen yerlerde, iki yüz arasına mantar, köpük ya da cam yünü doldurulabilir. Yüzlere başka amaçlarla, plastik ve metal de kaplanabilir. Plastik kaplı kontrplaktan, birçok kez kullanılabildiği ve beton üstünde düzgün bir yüzey oluşturduğu için, beton kalıplarında yararlanılır. Kaplama, çeşitli yöntemlerle işlenebilir. Dekoratif amaçla kaplama seçmek başlı başına bir iştir. Çünkü aynı işlemden, hattâ aynı ağaçtan çıkan iki kaplama bile, birbirine tam olarak uymaz. Binaların dış yüzeylerinde kullanılacak, hava koşullarından etkilenmeyen kaplama türleri üretmek için, araştırmalar sürmektedir.

TAKIM TEZGÂHI

Takım tezgâhı, bir dizi talaş kaldırma işlemiyle malzemelere biçim veren, motorla tahrik edilen bir makinadır. Kendi kendini üretebilen tek makina türü olarak da tanımlanabilir. Bu tezgâhlar, aşağı yukarı her tip makinanın üretiminde kullanılabilirler.

Talaş kaldırmanın başlıca üç türü vardır: Düzlem işlemler *(planyalama)*; silindir biçimli işlemler *(tornalama)*; matkap ve freze tezgâhlarıyla delik, yarık, vb. açma işlemleri. Motor millerinin yatak yüzeylerinde ve tezgâhların *kızak*larında olduğu gibi büyük bir duyarlılık istenen işlemlerde, tam boyutlara getirilmiş çok parlak yüzeyler üretme amacıyla, *taşlama* tezgâhları kullanılır.

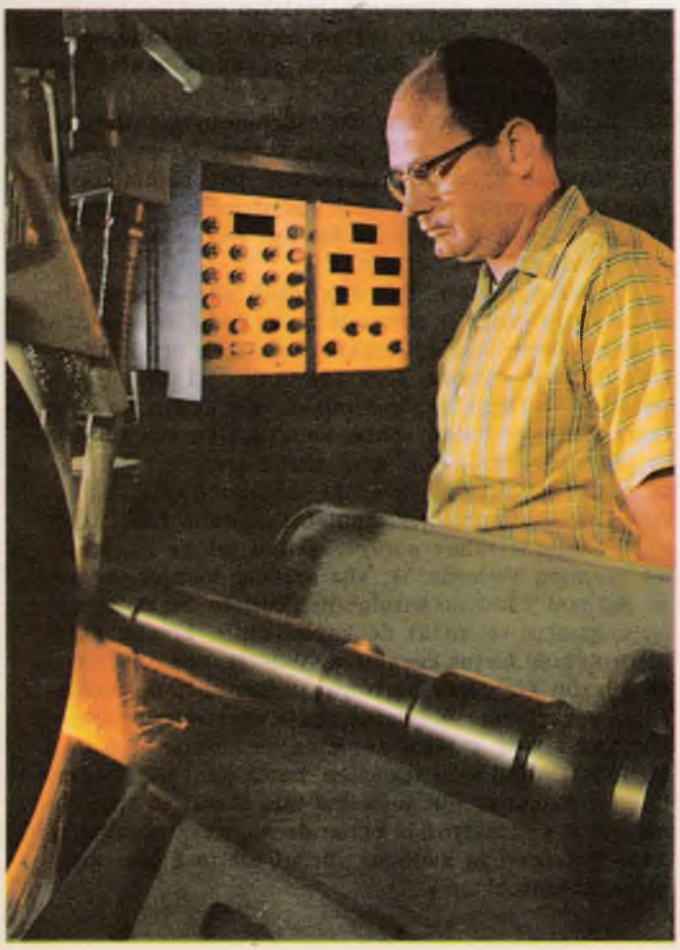
Planya ve vargel: İleri-geri hareketle çalışan takım tezgâhlarında talaş kaldırma çevrimi, bir kesme hareketiyle başlar. Bunun ardından, talaş kaldırılmayan geri dönme hareketi gelir. Dönüş hareketi sırasında herhangi bir üretim söz konusu olmadığı için tezgâhlar, ölü zamanı azaltma amacıyla, hızlı dönüş hareketli yapılır. Planyalar, düz yüzeylerden talaş kaldırmak için kullanılırlar.

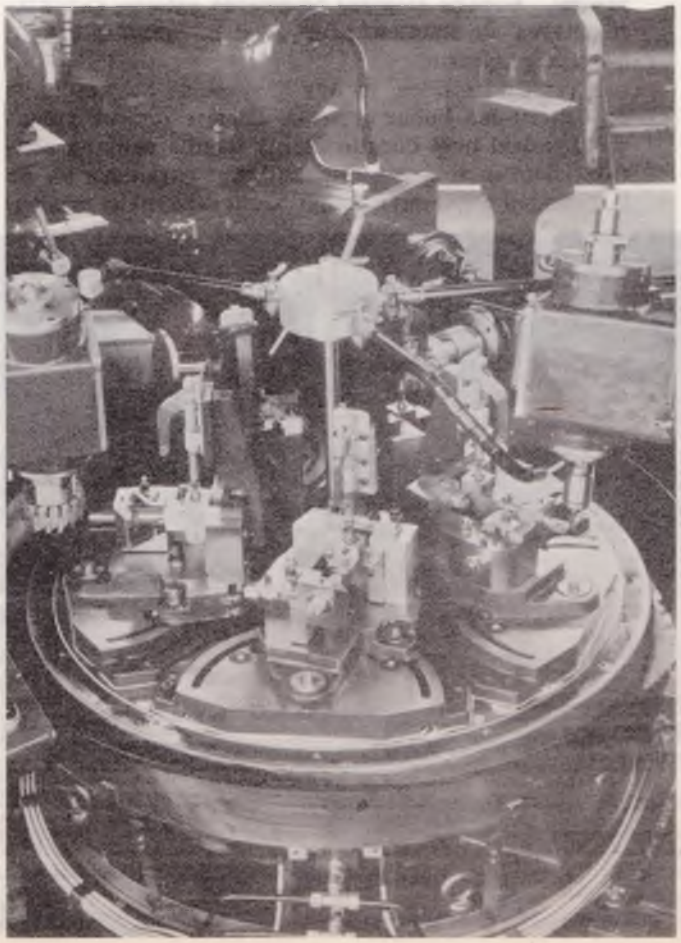
Planyalarda *kafa*, bir mengeneyle hareketsiz tutulan iş parçasının yüzeyi üstünde ileri-geri hareket eder. İş parçası, kafanın her devrinden sonra kalemin önüne doğru çapraz yönde itilir. İş parçasının hızı ayarlanabilir. Kalemi tutan aygıt, kafanın ucuna takılmıştır ve yüzeyleri dikey olarak da işleyebilecek biçimde döndürülmesi olanaklıdır. İş parçasının takıldığı tabla, yükseltilip alçaltılabilecek biçimdedir.

Kafa strokunun uzunluğu, sıfırdan, iş parçasının en büyük uzunluğuna kadar ayarlanabilir. Geri dönme hareketinin hızını talaş kaldırma hızının iki katına çıkarma amacıyla, *içten kızak mekanizması* kullanılır. Talaş kaldırma zamanının, geri dönme zamanına oranı değişebilir ve strok kısaldıkça azalır. Bu yöntemi gerçekleştiren mekanizmada, strok için ayarlanabilen, kasnağa bağlı bir krank mili bulunur. Kayarak içten kızak kolunu hareket ettiren bir lokma aracılığıyla, bağlantı kolunun ileri-geri sallanması, böylece kafayı kızakları üstünde ileri-geri hareket ettirmesi sağlanır. Bunun yerine kullanılan başka bir yöntemdeyse, kafa, değişken hızlı bir pompa tarafından ça-

Silindir biçimli taşlama işlemi. (altta solda) Şaft, puntaların arasında tutularak döndürülür. Taş da, ters yönde yüksek hızla döner. Resimde soğutma sıvısı da görülmektedir.

Döner transfer tezgâhı. (altta sağda) Tezgâhta dört freze kafası bulunmaktadır. Soğutma sıvısı merkezden pompalanır. Kesme kafalarının tümünün ileri çıkıp geri dönmesinden sonra, döner tabla indekslenir. Operatör, bir parçayı çıkarıp yenisini takar.





lıştırılan piston aracılığıyla hareket ettirilir.

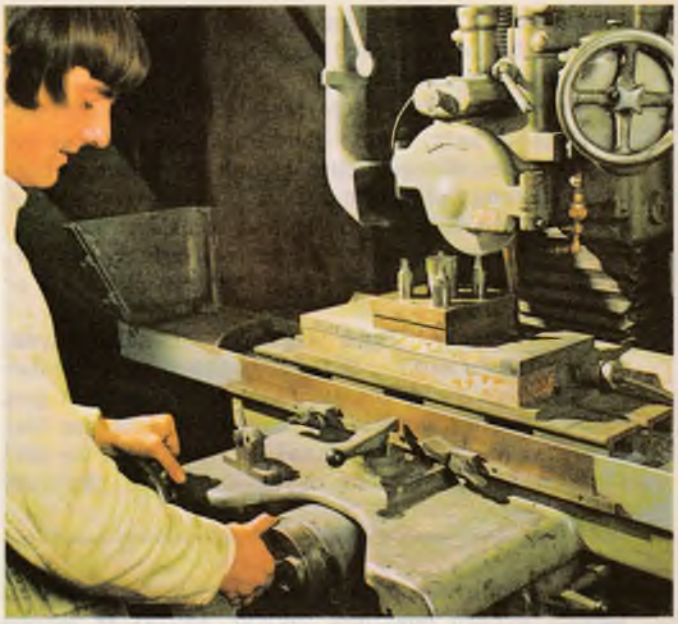
Vargel de, daha büyük iş parçaları üstünde benzer bir işlem yapar. Ancak bunda kafa hareketsizdir ve iş parçası, kafanın altında ileri-geri hareket eden bir tablaya takılır. Bu büyük tezgâhın bir üstünlüğü, çapraz kızaklara ve sütunlara, freze kafalarının ve takım taretlerinin takılabilmesidir. Birden çok takım kullanıldığında, değişik yüksekliklerde aynı anda birkaç kesme gerçekleştirilebilir.

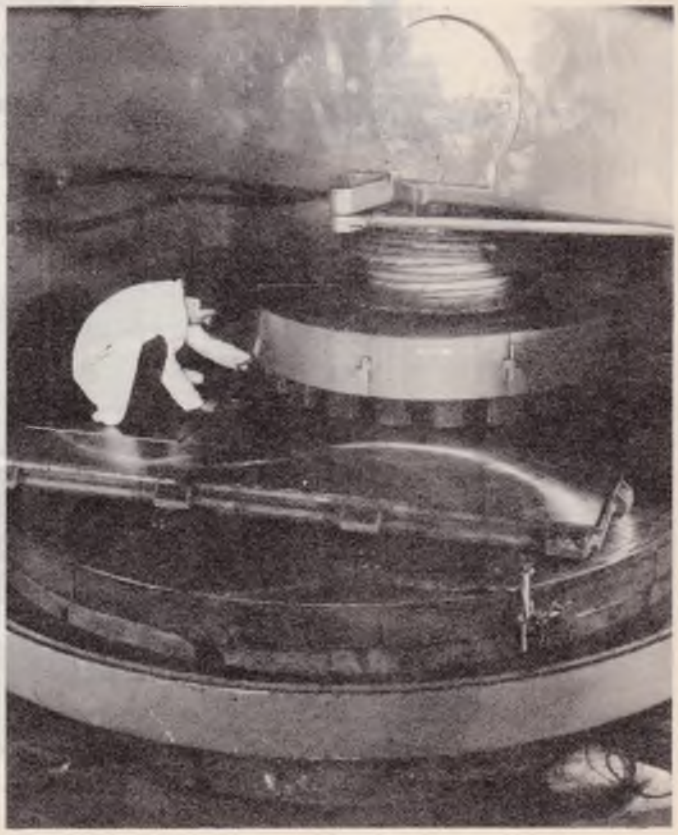
Vargel tezgâhlarında planyalama işleminin 6-67 m/dak hızları arasında yapılmasına karşılık, frezeleme işlemlerinin 38-965 mm/dak hızlarda yapılması nedeniyle, iki ayrı hareket mekanizması gerekir. Bir kilitli kavrama, bu iki mekanizmanın aynı anda çalışmasını önler. Tezgâh tablası, bir kremayer mekanizmasıyla hareket ettirilir.

Torna: En eski ve en önemli takım tezgâhı olan TORNA, motor millerinin yapımı ve diş (vida) açılması gibi silindir biçimli işlemler için kullanılır. İş parçası, tezgâh aynası üstünde döndürülür ve bir *arabaya* takılmış olan kalem (kesici takım), dönmekte olan iş parçası üstünden tezgâh mekanizması aracılığıyla yürütülür. Tornanın dişli kutusuyla çalıştırılan iki yürütme mekanizması vardır. Bunların biri normal torna işlemleri, ikincisi de diş açma işlemleri içindir.

Freze tezgâhı: Talaş kaldırmak için tek uçlu kesici takımlar kullanan tezgâhların tersine, *freze*leme işlemi, çok uçlu bir kalemin dönme ve yürüme hareketlerine dayanır. Kalem uçları, sürekli olarak kesmezler; kalemin iş parçasının üstünde gezdirildiği yandan, aralıklarla keserler. Gerekli biçimler verilmiş kalemlerin ve ek takımların kullanılmasıyla, daha karmaşık işlemler de yapılabilir. Freze tezgâhının iki genel tipi vardır: Dikey şaftlı olanlar (radyal frezeler); yatay şaftlı olanlar (vals frezeler). Vals freze tezgâhlarında, yassı bir freze bıçağı bulunur. Çevresinde kesici dişler olan bıçak, yuvarlak bir testere bıçağı gibidir. Radyal frezelerdeyse sarmal matkap ucuna benzeyen *freze kalemi* bulunur. Ancak, matkap ucunun sivri olmasına karşılık, freze kaleminin ucu düzdür. Çevresinde daha çok diş bulunur ve yüksek nitelikli çelikten, çok hassas biçimde üretilmiştir. İki tezgâhta da, pens ve mandrenler aracılığıyla başka türden kesici uçlar kullanılabilir. Gene, iki tezgâhta da işin bağlandığı tabla, otomatik olarak ya da elle kumandayla, ileri, geri ve yana hareket ettirilebilir. Radyal freze tezgâhlarında, aşağı-yukarı hareket olanağı da vardır.

Divizör kullanımı iki tezgâha da çok yönlülük kazandırır. Tezgâh tablasının üstüne takılan divizörde, iş parçasını tutmaya yarayan bir mengene ya da başka bir bağlama aygıtı bulunur. Divizörde ayrıca, bir indeksleme mili vardır. Bu milde, levhadaki deliklere sokulan bir pim bulunur. Söz konusu deliklere, iş parçasının kesme işlemleri arasında istenen açıda döndürülebileceği bir geometrik düzen verilmiştir. Tezgâh genellikle, değiştirilerek kullanılabilecek birkaç divizör plakasıyla donatılır. Ayrıca, divizör aynası tezgâhın tahrik miline bağlanırsa, iş parçası, kesici takımının altından geçerken divizör aynası tarafından





Yüzey taşlama. (üstte) Kalem uçları, ısıl işlemle sertleştirildikten sonra taşlanmaktadır. Küçük taşlama işleri, soğutma sıvısız yapılabilir. Tabla, taş altında ileri-geri hareket eder.
Taşlama taşlarının ayarlanması. (altta) Bu tür taşlama tezgâhında, taş kafası döner. İş tablasıysa onun altında, hem yavaş yavaş döner, hem de içeri-dışarı hareket eder. Bu tür işlemlerde, büyük miktarlarda soğutma sıvısı kullanılır.

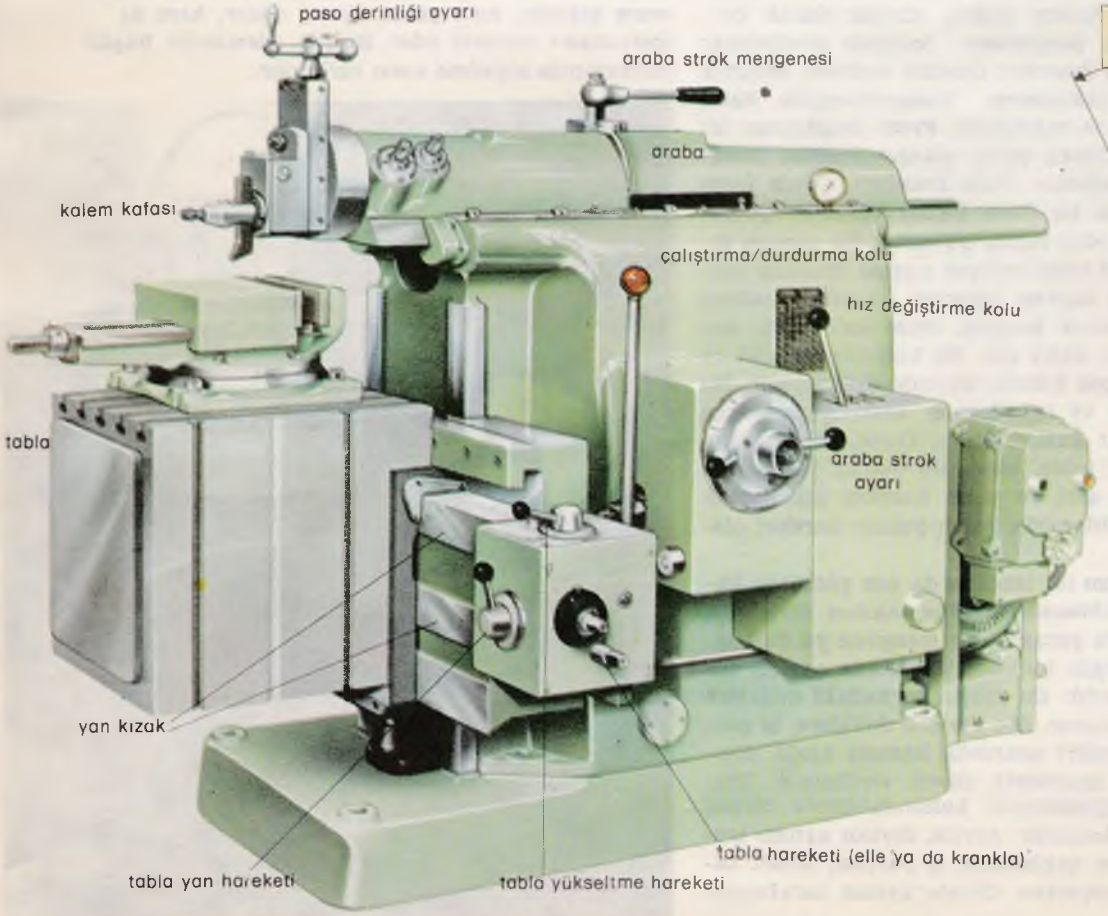
döndürülür ve böylece, sarmal biçimli (matkap ucundaki oluklar ya da sarmal dişlilerin dişleri gibi) işlemler de gerçekleştirilebilir.

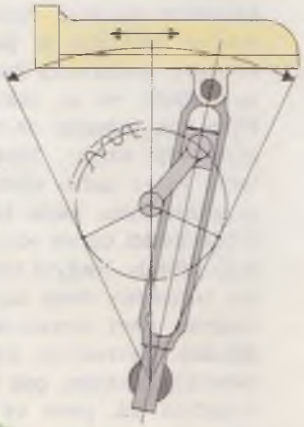
Üniversal radyal freze tezgâhı, *gezer kafalı*dır. Bu tezgâhta kafa, takımı döndürürken, kendisi de bir yay üstünden dönerek, elips biçimli deliklerin ve başka alışılmamış şekillerin ortaya çıkarılmasını sağlar. Frezelerde diş açmak için yapılmış bıçakların kullanılmasıyla, diş de açılabilir. *Kopya frezel*erle, gerekli bıçaklar kullanılarak, karmaşık yüzeylerin işlenmesi olanağı da vardır.

Bara tezgâhı: Bara tezgâhları, temelde büyük, üniversal frezelerdir. Şaft, yükseltilip, alçaltılabilen bir sütundan yatay olarak dışarı uzanır ve ileri-geri hareket edebilir. Ayrıca, işin bağlandığı tablanın ileri ve çapraz hareket etme olanağı da vardır. Bu tür tezgâhların bazıları bir oda büyüklüğündedir. Bunlara çeşitli takımlar takılabilir. İş tablasına makinanın döküm gövdesi gibi büyük iş parçaları oturtulup, çok kısa aralıklarla delikler, yarıklar, düz yüzeyler ve başka şekiller işlenebilir. Bara tezgâhları sık sık, öteki tezgâhların kafalarına yeni biçimlerin verilmesinde kullanılır.

Radyal matkap: Atölyelerde kullanılan yalın radyal matkap, dikey bir sütuna takılmış bir mengenedir. Mengene, elektrikli bir matkabı (Bk. MATKAP, elektrikli) bir iş tablası üstünde tutar ve bir kremayerle elle kumanda edilerek, yukarı-aşağı hareket ettirilebilir. Endüstride kullanılan radyal matkabınsa, bir elektrik motoruyla çalıştırılan bir şaftı vardır. Çeşitli boylardaki matkap uçları, genellikle koni biçimli yanlarından şafta takılır. Çok sayıda benzer parça işlenecekse, iş tablası üstünde iş parçalarının birbiri ardı sıra takılabileceği bir aparat bulunur. Şaftın dikey hareketi, otomatik ya da elle kumandalıdır. Seri üretimde kullanılan bir matkabın birden çok şaftı bulunabilir. Çok hassas boyutlarda delik açmak için önce, gerekenden biraz daha küçük bir delik açılır, sonra bir *raybay*la, delik istenen boyuta getirilir. Raybanın, düz kesme ağızları ve olukları vardır. Matkapta *kılavuz* da kullanılabilir. Kılavuz, bir deliğin içine diş açmak için kullanılan, oluklu, çok dişli bir kesici uçtur. Hızlı delme ve diş açma işlemleri, kesme sıvısı gerektirir.

Hassas işlemlerden önce parçalar, genellikle planyayla kabaca istenen boyutlara sokulur. (altta) İş parçası, ya bir mengeneyle tutturulur ya da mengene çıkarılarak parça doğrudan tabladaki kızaklara bağlanır. İleri-geri oynayan araba, kalemi iş parçası üstünde hareket ettirir. Tabla, arabanın her geri dönüşünde, yana doğru hareket eder.



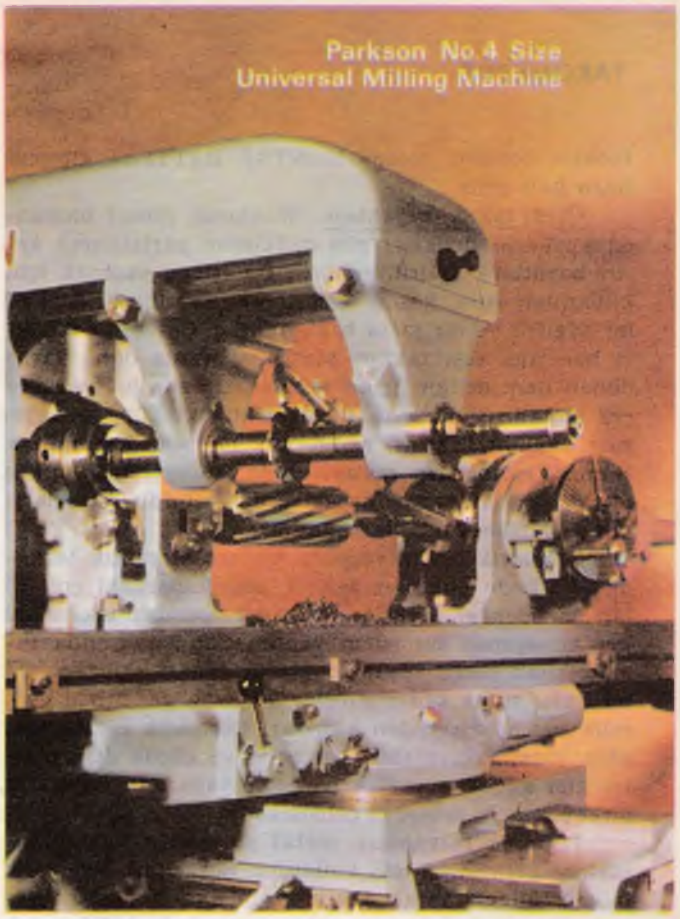


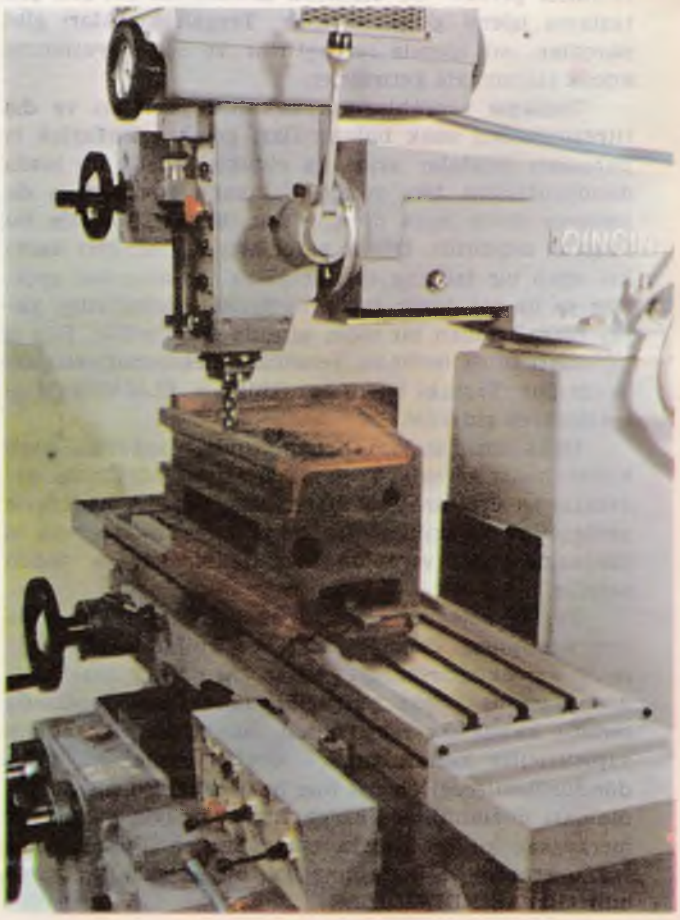
Bu düzenek, arabayı hareket ettiren ve zaman kazanmak için arabanın hızla geri dönmesini sağlayan (çünkü dönüş hareketi sırasında kesme işlemi yapılmaz) içten kızak aygıtıdır.

Otomatik transfer: Talaş kaldırma işlemlerinden çıkan tonlarca *talaş*ın (metal parçacıkları) yüzde 90'ından çoğunun kaynağı delme işlemleridir. İÇTEN YANMALI MOTOR blokları gibi parçaların üstündeki delikler, bu tür işlemlere örnek gösterilebilir. Seri üretimde genellikle *indeksli otomatik transfer* sistemi kullanılır. Bu sistemde bir parça, bir tezgâhtan ötekine otomatik olarak iletilir. Her istasyonda, iş parçasına yöneltilmiş dikey, yatay ya da açılı yönde bir *kesme kafası birimi* vardır. Her kafa kendi elektrik motoruyla tahrik edilir ve iş parçasının iletilmesi için, karmaşık bir dişli kutusu yerine, stoplarla denetlenen bir iletim hattı kullanılır. Gerçek iletim mekanizması, hidrolik, pnömatik ya da kamlıdır.

Kesme kafası, birden çok kesme işlemi yapacak biçimde tasarlanıp donatılabilir. Kafalar, bulundukları istasyonlarda ileriye hareket eder, gerekli kesme işlemini yapar ve geri çekilirler. Bütün kafalar geri çekilip kendi limit şalterlerini açınca, tezgâh otomatik olarak bir sonraki istasyona indekslenir. Bu tür tezgâhların çoğu radyal türdendir: İstasyonlar bir çember üstüne yerleştirilmiştir. Operatör, belli bir yerde durur: makinanın her yeni indekslenmesinde kalıpların birinden tamamlanmış bir parçayı çıkararak yenisini takar. Kafa modüllerinin kullanım yeri, yalnızca otomatik transfer tezgâhlarıyla sınırlı değildir.

Doğrusal transfer tezgâhı: Daha büyük çaplı seri üretimde *doğrusal transfer* sistemi kullanılır. Otomobillerin motor bloklarını işlemek için yararlanılan böyle bir transfer tezgâhında 14 istasyon bulunur. Tezgâhın çalışması, havayla çalışan bir arabanın, bir döküm parçasını alıp *transfer hattı konveyörü*ne yerleştirmesiyle başlar. Parça ilk istasyona götürülür. Kesici takımlar ileri çıkar, görevlerini yapar ve yerlerine dönerler. Parça bir sonraki istasyona aktarılır ve işlem böylece sürer. Hattın sonundan, yaklaşık her dört dakikada bir, tamamlanmış parça çıkar. Böyle bir tezgâh, delme, raybalama, diş açma, baralama, honlama ve frezeleme işlemlerini yalnızca iki operatörle gerçekleştirebilir. Operatörler, döküm parçasını hatta sokmak ve tamamlanmış bloku hattan almak için gereklidir (genellikle, işlemlerin doğru biçimde yürütülmesini denetleyen denetçiler de bulunur).





Vals freze (eksenel freze) tezgâhı. (sağda üstte) İş parçası (resimde freze bıçağı) puntalar arasında tutulur ve divizör kafası, tezgâhın sürgü miline bağlanır. Böylece, tabla, tezgâh şaftının altında ileri-geri hareket ettiği sırada, iş parçası gerekli hızda döner. Bıçağın üstünde soğutma sıvısı borusu görülmektedir.

Kalem takılmış bir radyal (üniversal) freze tezgâhı. (sağda altta) Resimde bir döküm tezgâh gövdesinin işlenmesi görülmektedir. Dökümler genellikle soğutma sıvısız işlenir. Tezgâhın kesme kafasının yan yatırılması tablanın da yana doğru, içeri-dışarı ya da aşağı-yukarı hareket ettirilmesi olanaklıdır. Tezgâh şaftına, hem matkap uçları, hem de takımlar takılabilir.

Bloklar böylece, motor MONTAJ HATTI'na gitmeye hazır hale gelir.

Öteki takım tezgâhları: *Honlama*, motor blokundaki silindir delikleri gibi deliklerin, parlatılarak kesin boyutlara getirilmesidir. Bu işlemi yapmak için kullanılan *hon*, kesme uçları takılan silindir biçimli bir aygıttır ve bir şafta bağlanmıştır. Çevresine bir dizi honlama taşı takılır. Matkapa oranla daha yavaş dönen hon, deliğin içine sokulur. Dönme hızı, kesilecek metalin miktarına, taşların büyüklüğüne ve sayısına bağlıdır. Taşlar, aşındırıcı malzemeden yapılır. Honlar, motorların revizyonunda, sözgelimi aşınmış piston segmanlarının hasar verdiği silindir duvarlarının parlatılmasında da kullanılır.

Otomatik cıvata tezgâhı, bir tür otomatik tornadır. Üstünde bulunan değişik uzunluklardaki çubukları bir çember üstünde indeksler. Çember üstündeki her istasyonda bir işlem yapılır. Son istasyonda tamamlanan parça kesilir, bağlama aynası açılır, çubuk bir karşı stopa kadar sürülür ve ayna genellikle hidrolik basınçla yeniden kapanır. Otomatik cıvata tezgâhı, vidalar, cıvatalar, somunlar ve küçük dişli pimler gibi küçük yuvarlak parçalar yapar. Bir operatör, birkaç makinayı birden çalıştırabilir.

Taşlama tezgâhları, metal yüzeylerin hassas boyutlara getirilmesi için kullanılır. Sözgelimi, bir krank mili üstündeki yatak yüzeylerinin aynı boyutlara getirilmesi gerekir. Bir otomobil üretiminde 300'den çok taşlama işlemi gerçekleştirilir. Tezgâh kızakları gibi parçalar, ısıl işlemle sertleştirilir ve son boyutlarına ancak taşlamayla getirilirler.

Taşlama tezgâhlarının bakımlı olmaları ve dış titreşimlerden uzak bulunmaları gerekir. Yuvarlak iş parçaları *punta*lar arasında oldukça düşük bir hızda döndürülürken, ters yönde, dakikada yüzlerce ya da binlerce devir hızla dönen taşın kenarı, dikkatle bu tezgâha değdirilir. Düz iş parçalarıysa, ileri-geri hareket eden bir tablaya takılarak, ya taş altından geçirilir ya da bir döner tablanın üstüne yerleştirilip, yatay olarak dönen bir taşın altında döndürülür. Düz iş parçaları tabla üstünde, genellikle elektromıknatıslarla tutulur. Taştaki biçim bozuklukları, ELMAS kalemle işlenerek giderilir.

Daha hızlı taşlama işlemlerinde, soğutma sıvısı kullanılması gerekir. Taşlama sırasında, sürtünme nedeniyle ısı üretilir. Taşlanan yüzey sıcaklık nedeniyle genleşmeye bırakılırsa, taş buna «sıvanır» ve hem iş parçasına zarar verebilir, hem de bir kazaya neden olabilir.

Taşlar kolayca kırılabilecek niteliktedir. Bu yüzden üretimleri, depolanmaları ve kullanımlarının özenle gerçekleştirilmesi gerekir. Aşındırıcı malzemeden yapılmış küçük parçacıkların taşlama sırasında serbest kalması gerektiğinden, bunlarda çok sağlam yapıştırıcılar kullanılamaz. Üretici firmalar, taşın döndürülebileceği en üst hızı belirlerler. Bu hızın aşılmaması önemlidir. Yüksek hız nedeniyle büyük bir merkezkaç kuvvet ortaya çıkacağından, parçalanan taş, operatöre ve donanıma çok büyük zararlar verebilir (Bk. AŞINDIRICILAR).

Takım tezgâhı otomasyonu: SAYISAL OKUMA AYGITLARI'nın takım tezgâhlarında kullanımı yaygınlaşmaktadır. Bir tornadaki sayısal okuma ekranında, iki çizgi bulunur. Kesme ucunun içeri doğru hareketi ile arabanın uzunlamasına hareketi, algılama aygıtlarının, boyutları okuma aygıtına bildirmesini sağlar. Gerekli boyutlara ulaşıldığında, operatör, tezgâhı durdurur.

Taşlama tezgâhlarında iş parçalarının gerekli boyutlara getirilmesi, bir mikrotonik paso aygıtıyla yapılır. Bu aygıtta taşın bulunduğu kafa, kumanda panosunda programlanan sayısal bilgiyle denetlenen bir elektrik motoruyla harekete geçirilir. Sistemde, basılı devreli, katı yapılı elektronik aygıtlar kullanılır. Son boyuta yaklaşıldığında, elektrik motoru, taşı 0,006 milimetre kadar küçük pasolarla hareket ettirebilir.

Soket panolu kumanda yöntemindeyse pano, ağ biçiminde dizilmiş bir dizi delikten oluşur ve yatay sıraların her biri, tezgâh işlemlerinden birini karşılar. Deliklere fişlerin takılmasıyla, indeks seçme aygıtının taraması sırasında elektrik devresi tamamlanmış olur ve kızaklara bağlı silindirler harekete geçirilir.

Sayısal denetim, seri üretimdeki büyük tezgâhlarda kullanıldığı ve denetim, gözetim, ayarlama, vb. en az düzeyde tutulduğu zaman ekonomiktir. Sayısal denetim ayrıca, büyük ve karmaşık iş parçaları üstünde çok sayıda işlem yapabilmek için de kullanılır. Sayısal olarak denetlenen koordinat noktaları, delikli bantların üstüne bir dizi «sayı» halinde kaydedilir. Bu bantlar, kağıt filmden ya da MAGNETİK BANT'tan oluşur. Buradaki bilgi, tezgâh tarafından «okunarak», kesme kafalarının hareketine dönüştürülür.

Matkap ve düz frezeleme işlemlerinde kullanılan «noktadan noktaya» sisteminde, kesme ucu önce «*A*» noktasındaki bir işlemi yerine getirir, sonra «*B*» noktasına giderek bir başka işlemi gerçekleştirir, vb. Noktalar arasında hiç bir kesme işlemi yapılmadığından, bir noktadan ötekine gidiş yolu önemli değildir. «Kesintisiz yol» yöntemindeyse, yol ve yolu alma hızı önemlidir: çünkü bu hız, gerçekte kesici takımının tipi, işlenen malzeme ve başka etkenler tarafından belirlenen kesme hızıdır.

Kırılmış ve yıpranmış kesme uçlarını ya da değişik işlemler için kullanılan uçları kendi kendine değiştirebilen kesme kafaları da vardır. Ayrıca, kendi kendini onarabilen tezgâhlar geliştirilmektedir. Bazı uygulamalar için de, sesötesi taşlama, lazer ve ELEKTROKİMYASAL İŞLEME gibi, takım kullanımına gerek göstermeyen işlemler geliştirilmektedir (Bk. LEVHA BİÇİMLENDİRME, METAL).

TAKOMETRE

Takometre ya da *devir saati*, motor hızlarının ölçülmesinde kullanılır. Takometre, krank milinin dakikadaki devir sayısını gösterecek biçimde ayarlanarak, çeşitli viteslerde devir/dakika sayısıyla motorun çalışma hızını ortaya çıkarır. Özellikle yarış otomobillerinde, çok vitesli büyük ticari taşıtlarda ve motordan

en yüksek verimi elde etmek isteyen amatör sürücülerin otomobillerinde gereklidir.

İlk takometreler mekanik olarak, kilometre saatine benzer bir yöntemle çalışırlardı. Sonradan, elektronikteki gelişmeler sonucu, ateşleme sisteminden gelen sinyallerle çalışan elektronik takometreler yapıldı.

Takometrelerin birçok türü ve bunların farklı çalışma ilkeleri vardır. Aşağıda, takometrelerde kullanılan dört temel yöntem anlatılmaktadır.

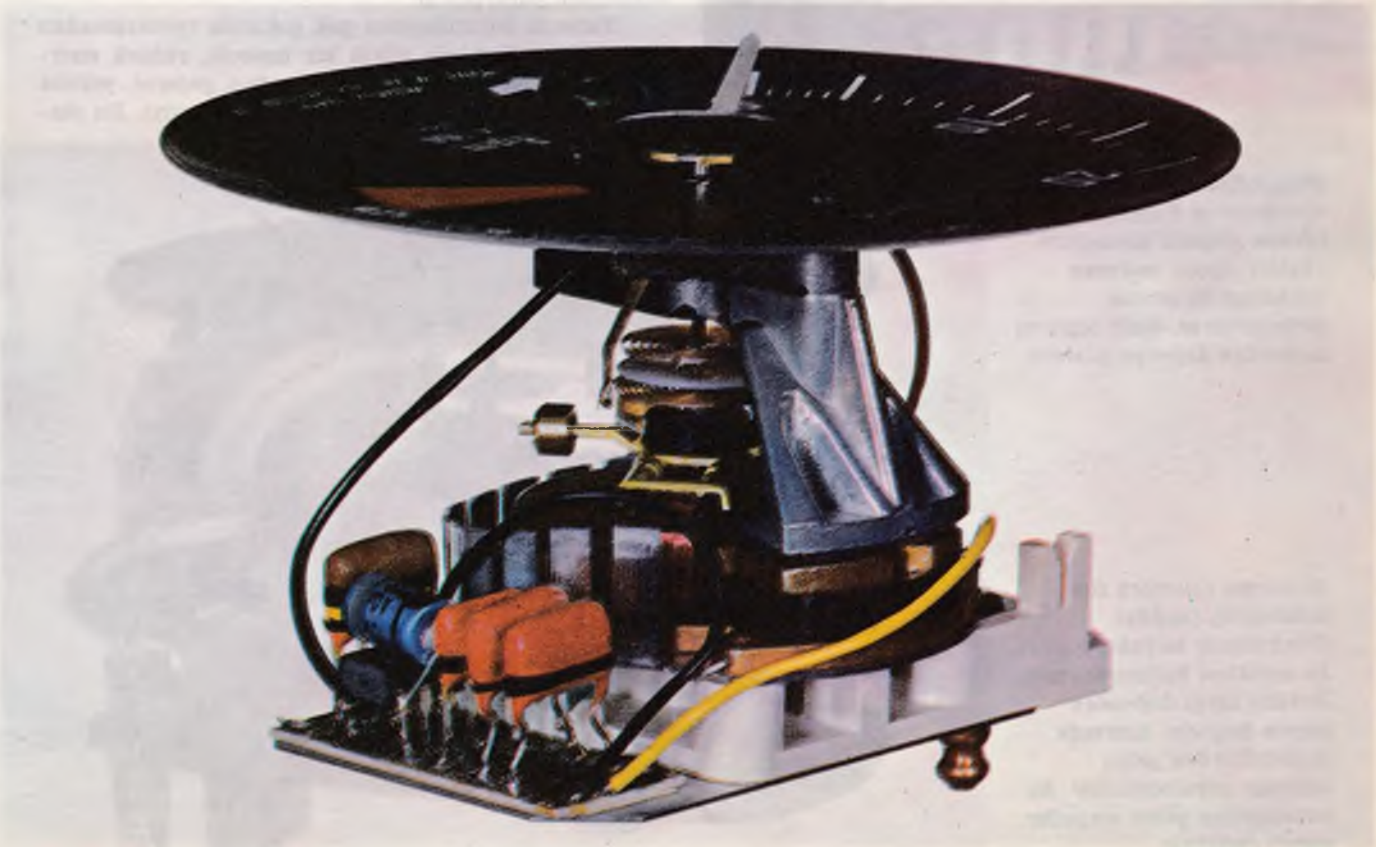
Bobinli ateşlemeli takometre: *Bobinli ateşlemeli* ya da *orijinal sinyalli* takometre, otomobillerde kullanılır. Platinle alçak gerilim devresinde oluşturulan gerilimle çalışır. Platinin hareketini de, distribütörün kam mili sağlar. Alçak gerilim sargısındaki akım değişikliği, bujilere gönderilen yüksek gerilimi oluşturur. Bütün içten yanmalı motorlarda, bu ateşleme gerilimlerinin sayısı, motorun hızıyla doğru orantılıdır ve takometreyi çalıştırmada kullanılabilir. Bunu sağlamak için, transformatör ilkesinden yararlanılır. Birincil sargı, alçak gerilim kablosundan oluşturulur. Aygıtın arkasında bulunan bu bobin, üstüne ince yüksek gerilim bobini sarılan transformatör çekirdeğinin yuvasına yerleştirilir. Küçük indüksiyon gerilimini algılayan ikinci bobin, bunu şiddetlendirerek, gösterge tablosundaki tetikleme devresine gönderir. Platinden gelen gerilimin özel biçiminden ötürü tetikleme devresi, bu tür giriş gerilimlerinden etkilenecek biçimde yapılır. Devre gerilimlerinin frekansını yeni bir gerilime dönüştürerek, bu yeni gerilimi, döner bobinli bir ölçme aygıtına iletir. Söz konusu aygıt, aracın gösterge tablosunda bulunan devir saatidir. Devir sayısını doğrudan okuyabilmek için, aygıtın yüzü volt cinsinden değil, devir/dakika olarak derecelere bölünmüştür. Aracın silindir sayısı ne kadar çoksa, oluşan gerilim sayısı da o kadar artacağından, takometreler, silindir sayısına göre yapılır.

Takometredeki elektronik parçalar için gerekli olan besleme gerilimi, kontak anahtarı yoluyla aküden sağlanır. Bu gerilim değişiklikler gösterdiğinden, gerilimi değişmez tutan devrelerden yararlanılır. Aygıtın hassas ayarı, döner bobinli ölçü aygıtının direnci ayarlanarak tamamlanır.

Araç üreticilerinin kullandığı yeni bir takometre modelinde (bloklama osilatörlü), birincil sargı olarak takometrenin gövdesinden yararlanılmış, böylece aygıtın takılıp çıkarılması son derece kolaylaşmıştır.

Transistörlü ve kapasitif deşarjlı ateşleme sistemleriyle, ateşleme özellikleri ve motorun verimi artırılmış, alçak gerilim devresi akımı da birkaç miliampere düşürülmüştür. Bunun sonucunda değişen gerilim

Resimdeki takometrede ileri yarıiletken teknolojisi kullanılmıştır. (altta) Önceleri, takometreler kilometre saatlerindeki gibi mekanik yöntemlerle çalıştırılmış, sonradan elektronikteki gelişmelerle, daha duyarlı aygıtlar yapılmıştır.



biçimi, akımla tetiklenen takometrelerde bu gerilimin etkisiz kalmasına yolaçmış ve gerilimi bobinin platin ucundan ölçmek için yeni bir devre geliştirme gereksinimi doğmuştur. Günümüzde taşıtlarda kullanılan takometreler çoğunlukla bu türdendir.

İndüksiyonlu takometre: Bu model, elektrikli ateşleme devresi bulunmayan DİZEL MOTORU'nda kullanılır.

İndüksiyonlu takometre, magnetik bir alıcı kafa yardımıyla dönme hızını ölçer. Alıcının yakınından demirli bir cisim geçtiği zaman, magnetik alıcı devresinin relüktansı değişir. Böylece oluşan elektromotor kuvvet (EMK) ya da alıcı kafada oluşan gerilimler, takometreye iletilir. Bu aygıt da aracın 12 ya da 24 voltluk akü sistemine bağlıdır. Her devirde alıcının önünden geçen eşit aralıklı demir çıkıntıların sayısı, aygıt şaftının motor şaftının dönme hızına oranına göre değişir.

Kendinden beslemeli takometre: Bazı yapımcıların araçlara taktıkları bu aygıtlar, artık kullanılmamaktadır. Aygıtta motora bağlı bir jeneratör, alternatif gerilim oluşturur. Gerilimin frekansı, şaftın dönüş hızına bağlı olarak değişir. Sonradan doğru gerilime dönüştürülen bu gerilimle, takometre üstünde gerilim ile motor hızı arasında doğrudan bağlantı sağlanır.

Yüksek gerilimli takometre: Özellikle deniz motorlarında kullanılan bu aygıtlarda, yüksek gerilim kablosundan yararlanılır. Her buji kablosunun çevresine sarılan kılıflı tetikleme kablosu, yüksek gerilimi algılar. Böylece, ateşleme sistemi hangi türden olursa olsun, takometre etkili biçimde çalışır.

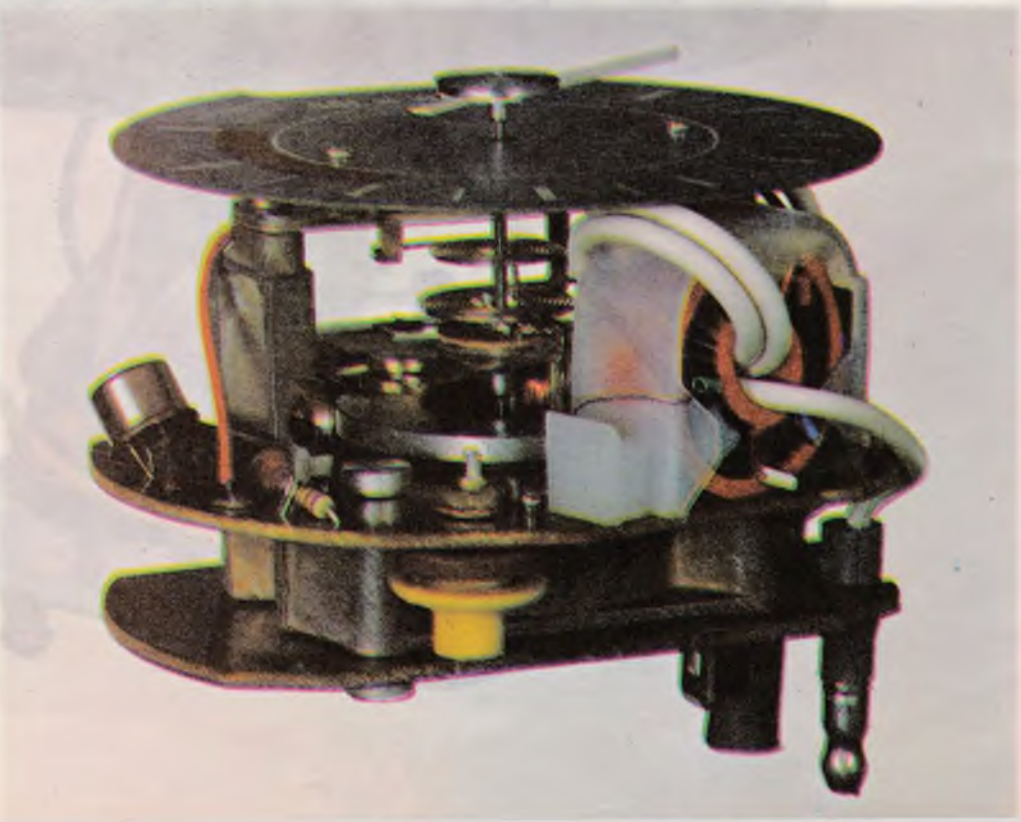
TAMPON SİSTEM Bk. pH - ASİTLİĞİN ÖLÇÜMÜ

TANECİK BULUCULARI

Tanecik bulucuları (detektörleri) elektron ve proton gibi, maddenin en küçük parçacıklarını saptama olanağı sağlayan aygıtlardır. Tanecikler, boyutları 1 cm'nin milyarda birinden daha küçük olduğundan, çıplak gözle, hattâ çok güçlü mikroskoplarla bile gözlenemezler. Bu yüzden, saptanmalarında dolaylı yöntemler uygulanır. Dolaylı yöntemlerde, taneciklerin bulucu içinden geçerken çeşitli biçimlerde oluşturdukları etkilerden yararlanılır.

Tanecik bulucularının pek çoğunda iyonlaşmadan yararlanılır. Elektrik yüklü bir tanecik, yüksek enerjiyle katı, sıvı ya da gaz ortamından geçerse, yoluna çıkan atomların elektronlarını koparıp ayırır. Bu ola-

Mühendislerin ve teknik elemanların kullandıkları türden sinyalli takometre. (üstte) Aygıt, motorun herhangi bir yerine yerleştirilirse, devir sayısını doğrudan doğruya gösterir.



Bloklama osilatörü tipi takometre. (sağda) Günümüzde birçok yapımcı, bu aygıtları kullanmaktadır. Birincil sargı doğrudan aygıta bağlıdır. Resimde, distribütörden gelen kablolar görülmektedir. Bu kablolardan gelen sinyaller, aygıtı çalıştırır.

ya, «*iyonlaşma*» adı verilir (Bk. İYON VE İYONLAŞMA). Serbest kalan elektronların ya da iyonların belirlenmesiyle taneciğin yolu bulunur.

Taneciklerin (ya da parçacıkların) araştırılmasında öncelikle birkaç temel özellik ortaya çıkarılmak istenir: Taneciğin türü; nereden, ne zaman ve ne hızla geçtiği. Tanecik bulucuları, bu sorulara doğru yanıt verecek biçimde düzenlenir. Değişik özellikteki bulucular, milimetrenin binde biri duyarlıkla taneciğin geçtiği yörüngeyi ve gene saniyenin milyarda biri kesinlikle geçiş zamanlarını saptayabilirler.

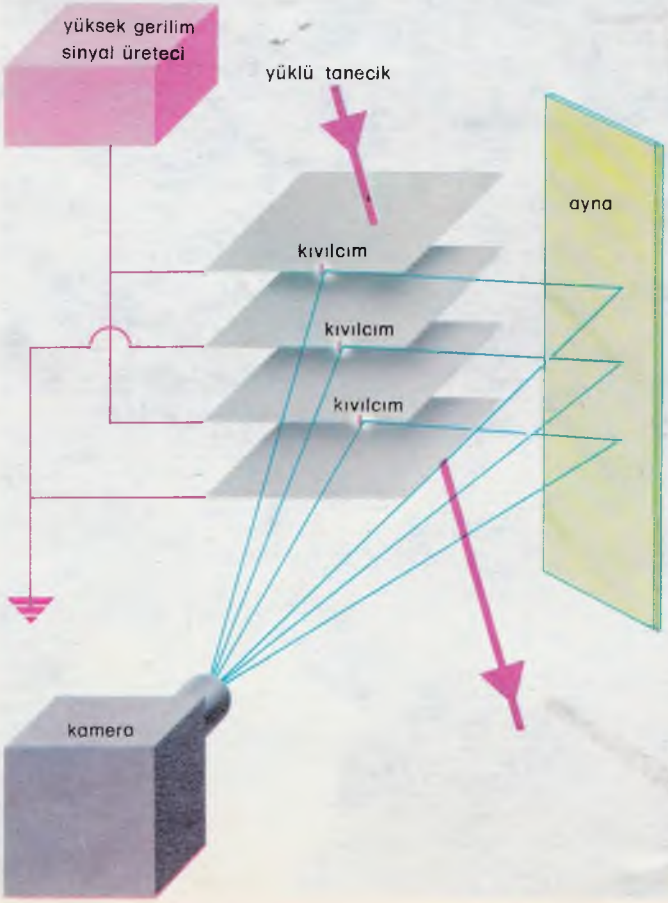
Bulucuların çoğunda bilgi, görüntüyle verilir. Bu amaçla taneciklerin KABARCIK ODASI ve emülsiyonlar içinde bıraktıkları izlerden yararlanılır. Görüntülü yöntem, özel etkileşimlerin izlenmesini sağlaması ve film kayıtlarını olanaklı kılması bakımından, öteki yöntemlerden üstündür. Bununla birlikte, filmlerin tek tek incelenip, ilgi çekici bir olay saptandıktan sonra bilgisayara gönderilmesi, oldukça uzun zaman alır. Günümüzde genellikle, bilgileri elektrik sinyalleri biçiminde veren bulucular yeğlenmektedir: Bu sinyaller, herhangi bir ara işlemden geçirilmeksizin doğrudan doğruya bilgisayara verildiklerinden, sonuçlar daha kısa sürede alınmaktadır.

Çeşitli bulucu tipleri vardır. Bunların ilk örnekleri, fotoğrafla çözümleme yöntemine dayanır.

Nükleer emülsiyonlar: Eski bulucularda özel fotoğrafçılık emülsiyonları kullanıldığından ve bu bulucularda genellikle nükleer tanecikler incelendiğinden, emülsiyonlara da, «*nükleer emülsiyon*» adı verilmiştir. Normal filmlerdekinden on kat daha kalın olan ve gümüş bromür içeren emülsiyon tabakaları, yüklü taneciklerin geçişlerini kaydeder. Kayıt, taneciklerin, yolları üstündeki gümüş bromür moleküllerini parçalaması sonucu gerçekleşir. Emülsiyonlar banyo edildiğinde, taneciklerin bıraktıkları izler ortaya çıkar.

Bu yöntemle, taneciklerin geçiş yollarının büyük hassaslıkla ortaya çıkarılmasına karşılık, taneciklerin emülsiyon içine girme zamanlarına ilişkin bilgi elde edilemez. Ayrıca, emülsiyon da çeşitli atomlar içerdiğinden, izlerin hangi taneciğin izleri olduğunu saptamak bazen çok güç olabilir. Günümüzde pek kullanıl-

Görüntülü kıvılcım odası çizimi. (altta) Yüklü taneciğin yörüngesi boyunca kıvılcımlar oluşur. Tanecik geçişinin hemen ardından, yüksek bir gerilim uygulanır. Bir televizyon kamerası, kıvılcımdan gelen ışığı elektrik sinyaline çevirir.



Yalın bir ışıldama sayıcısı. (altta) Tanecikler kap (resmin sağında) içindeki örnekten çevredeki billura geçtiklerinde, billurun ışıldamasına neden olurlar. Bu ışıldama fotoçoğaltıcı (resmin ortasında) tarafından yükseltilir ve çözümleme için, elektrik sinyali olarak bilgisayara gönderilir.

mamalarına karşılık, nükleer emülsiyonlar 1940 yıllarının en yaygın aygıtlarıydı. Söz konusu dönemde bulucular, ya balonlar içine ya da yüksek dağ tepelerine yerleştirilerek, uzaydan atmosferimize giren kozmik ışınların saptanmasında kullanılmışlardır. Bu tür çalışmalar, çekirdekte önemli bir rol oynayan *pion*ların ortaya çıkarılmasını sağlamıştır.

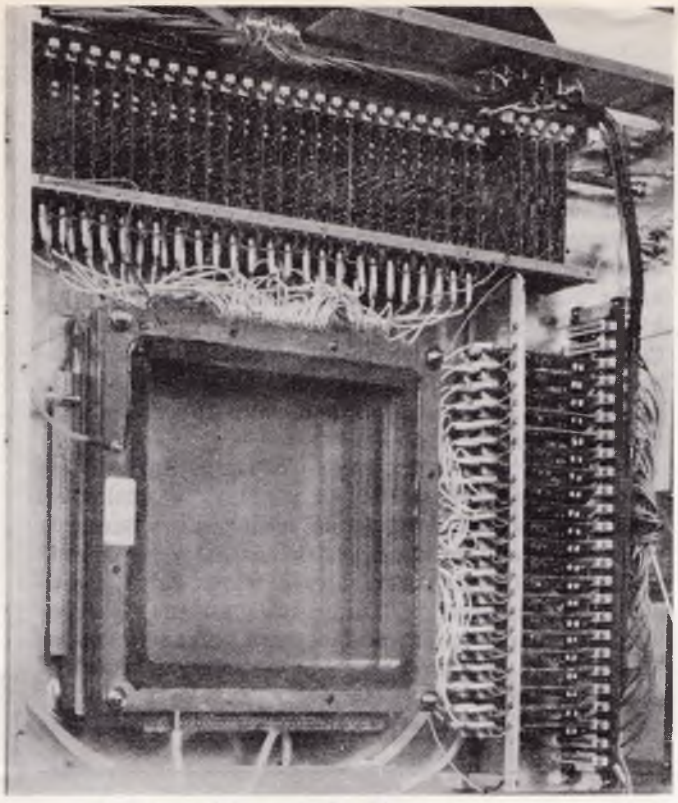
Sis odası ve kabarcık odası: Bu tür tanecik bulucuları, ya sis odalarındaki sıvı damlacıklarının oluşturduğu izlere ya da kabarcık odalarındaki buhar kabarcıklarının oluşturduğu izlere dayanarak, taneciklerin çizdikleri yörüngeleri görüntülerler. TANECİK HIZLANDIRICILARI'ndaki deneylerde kullanılırlar ve hızlandırılmış taneciğin başka bir tanecikle çarpışması sonucu ortaya çıkan durumun fotoğrafının çekilmesini sağlarlar. Konumların saptanması açısından çok hassas sonuçlar veren bu yöntemde, fotoğrafların tek tek banyo edilip taranması, oldukça zor ve uzun süren bir iştir.

Hızlandırıcılardaki deneylerde, günümüzde de büyük kabarcık odaları kullanılmaktadır. Bilinen 200 taneciğin çoğu bunlarla ortaya çıkarılmıştır.

Kıvılcım odası: Kıvılcım odaları, yüklü taneciklerin bulundukları yere ilişkin bilgileri, elektrik sinyalleri halinde toplarlar.

Bir kıvılcım odası, paralel dizilmiş ince tellerin oluşturduğu 7 cm aralıklı iki düzlemle hazırlanır. Düzlemlerin arası, argon gibi bir asal gazla doldurulur. Yardımcı bulucular taneciğin yol aldığını saptadıklarında, iki düzlem arasına 15 bin voltluk bir elektrik sinyali uygulanır. Böylece iki düzlem levha arasında bir kıvılcım oluşur.

Optik kıvılcım odası deneyinde çekilmiş bir fotoğraf. (sağda) Resimde, 12 kıvılcım odasından her birinin iki görüntüsü ve referans işaretleri görülmektedir.



Yüklü tanecik, iki levha arasından geçerken gazı iyonlaştırır ve levhalar arasında oluşan kıvılcımın konumunu iyonlaşma doğrultusunda değiştirecek biçimde elektriksel koşulları bozar. Kıvılcım, tellerden birine çarptığında, bir elektrik sinyali oluşturur. Böylece taneciğin, söz konusu telin herhangi bir noktasında olduğu anlaşılır. Sistemde bu türden birçok kıvılcım odacığı yan yana getirilmiş ve paralel teller değişik yönlerde dizilmiş olduğundan, tellerin birbirini kestiği noktalara göre tanecik yörüngesi saptanır.

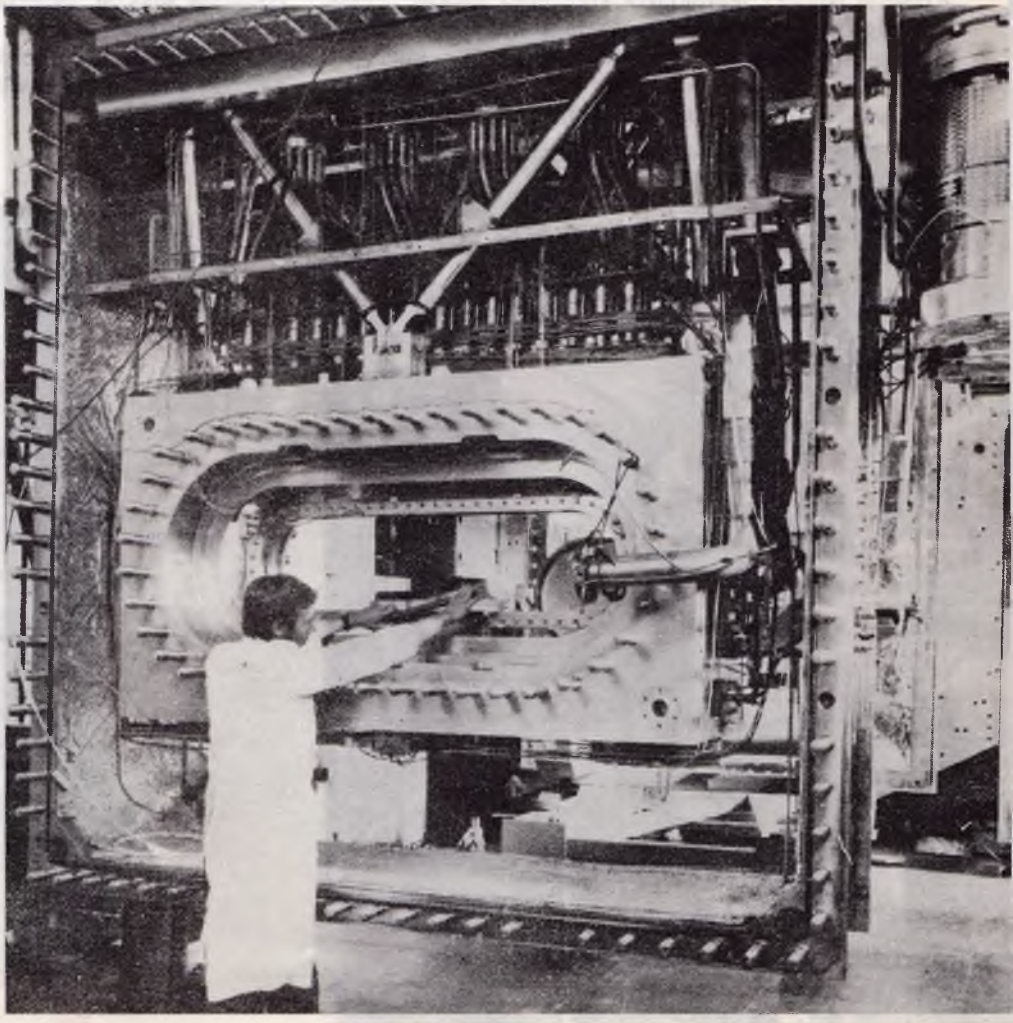
Tellerin birbirinden uzaklığı yaklaşık 1 mm düzeyinde olduğundan, taneciğin konumu kesin olarak bulunamaz. Daha duyarlı bir sonuç sağlamak için, tel yerine alüminyum folyo kullanılır ve bunlar arasında oluşan kıvılcımların fotoğrafları çekilir. Bu aygıta "*optik kıvılcım odası*" adı verilir. Son gelişmelerle, fotoğraf yerine, televizyon kameraları da kullanılabilmektedir. Tıpkı normal televizyon görüntülerinde olduğu gibi, bu aygıttaki televizyon kamerası da, kıvılcımın oluşturduğu ışığı elektrik sinyaline dönüştürmektedir.

Orantılı ve kaymalı Geiger sayaçları: Nükleer fiziğin ilk dönemlerinde GEİGER SAYACI (bir tür bulucu) çok yararlı olmuştur. Ancak günümüzde, bunlar yerlerini, gelişmiş buluculara bırakmışlardır. Geiger

Değişmez potansiyelli, çok telli orantılı oda. (üstte) Tel düzlemleri arasına 3 kV'luk bir gerilim uygulanır. Her iyonlaştırıcı taneciğin oluşturduğu elektron akımı, tel yakınındaki yüksek alan bölgesinde çığ etkisiyle yükseltilir. Ama hiç bir zaman gerçek kıvılcım oluşmaz.

1,5 metrelik kriyojenik hidrojen kabarcık odası. (sağda) Hedef, sıvı hidrojen içerir. Odanın geri kalan bölümü, sıvı neon ve hidrojen karışımıyla doldurulur.

Gama ışını ışıldama buluculari, uranyum filizi aramada kullanılan helikopterin iki tarafındaki dingillere tutturulmuştur. (solda) Kabin içinde uranyum, toryum ve potasyumu ayrı ayrı kaydeden, 3 kanallı bir gama kayıtçısı bulunmaktadır. Altta torpil gibi sallanan aygıt, bir magnetometredir.



sayaçları yüklü taneciğin bir gaz ortamından geçerken oluşturduğu iyonlaşmanın elektrik sinyalleri halinde saptanması ilkesine göre çalışır. Bunlarda kullanılan gerilim çok yüksek olduğundan, serbest kalan elektron ve iyonlar, iyonlaşmayı başlatmaya yeterlidir. Tanecik bir elektron çığı oluşturarak, tel üstünden büyük bir elektrik sinyalinin geçmesine neden olur.

Gerilim yeterli yükseklikte olmazsa, tam bir çığ ortaya çıkmaz. Bunun yerine, tele ulaşan elektron sayısı, serbest kalan tanecik sayısına bağlı kalır. Tel üstündeki sinyal, başlangıç iyonlaşmasıyla orantılıdır: bu yüzden, söz konusu buluculara *"orantılı sayıcı"* adı verilir.

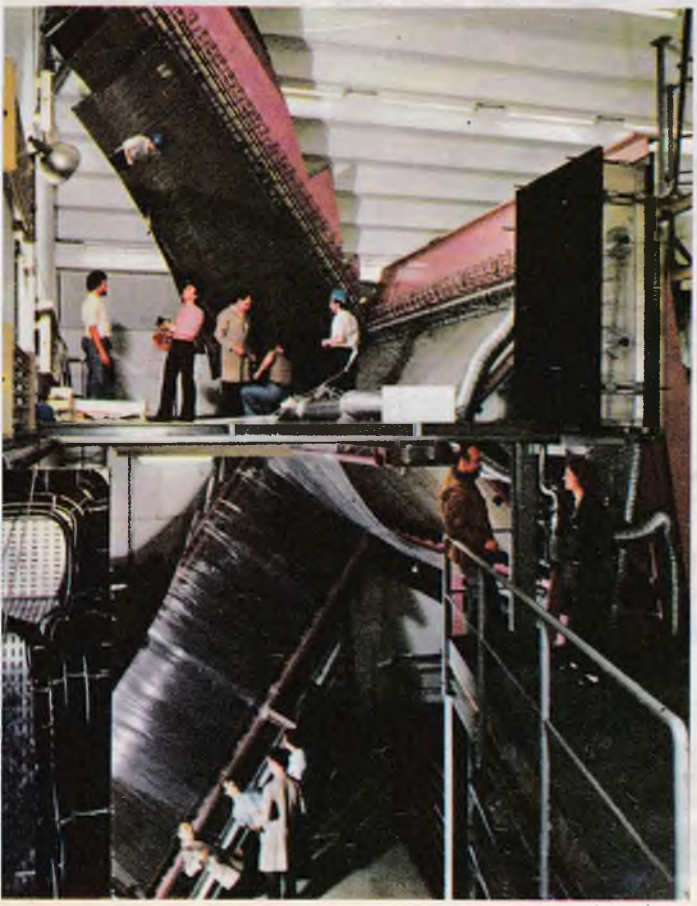
İki yeni bulucu tipinde bu olaydan yararlanılır. Birincisine *"çok telli orantılı oda"* adı verilir. Bunda, kıvılcım odasındakine benzeyen birbirine paralel teller vardır. Tel levhalar, tanecik yörüngesine en yakın bulundukları yerlerde oluşan elektrik sinyallerini toplarlar. Bu buluculardaki düşük gerilimler kullanılır. Dolayısıyle, teller tam kıvılcım algılamazlar; bunun yerine, üstlerinden, oluşan iyonlaşmayla orantılı sayıda elektron geçer. Tellere bağlı bulunan yükselticiler, sinyalleri yükseltip bilgisayara gönderirler.

Kıvılcım odasındaki gibi yüksek gerilime gerek duymadıklarından çok telli orantılı odalar, tanecik geçişini sürekli olarak algılayabilirler. Bir kıvılcım odası ateşlendiğinde gerilim düşer ve yeni bir kıvılcım oluşturacak değere ulaşması için saniyenin yüzde biri kadar bir süre geçer. Hızlandırıcıdan tanecikler püskürtülmekteyse, bu «ölü zaman» oldukça uzun sayılır. Çok telli orantılı odalar, farklı tellere ulaşan sinyallere göre aynı anda birkaç taneciği birden algılayabilir ve taneciğin geliş zamanını saniyenin 10 milyonda biri duyarlılıkla saptayabilirler.

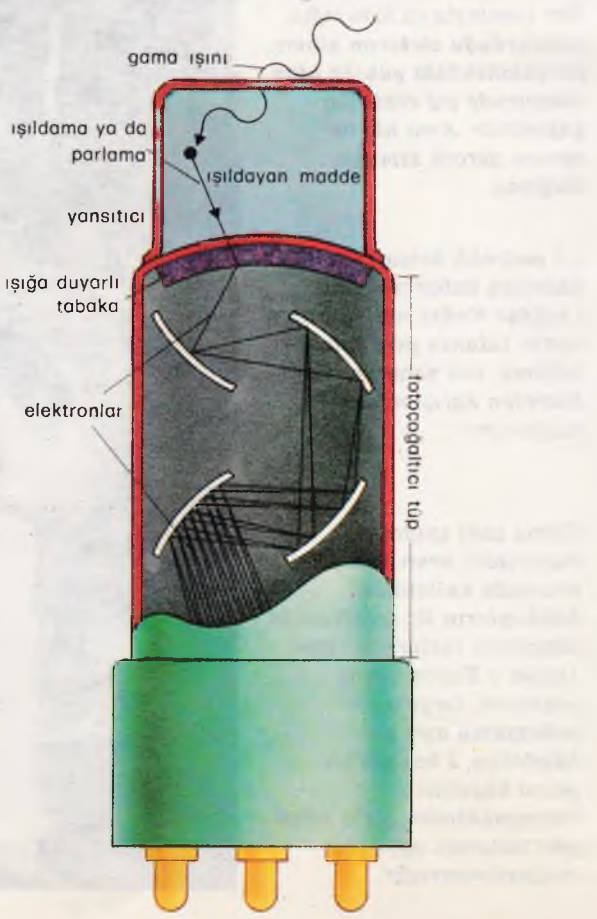
En yeni bulucu tipi *kayma odası*dır. Bu, çok telli orantılı odanın geliştirilmiş bir türüdür. Tel düzlemleri arasındaki boşluk daha geniş tutulmuştur. Bunlarda tanecik konumu en yakın teldeki sinyale bağlı kalarak saptanmaz; bunun yerine, birçok telden sinyal toplanır ve ölçülen elektrik alanının etkisi altında, elektronların tele ulaşması sırasında ortaya çıkan kaymalar saptanır. Bu yöntem büyük bir duyarlılıkla, taneciğin geçtiği yörüngeyi ortaya çıkarır.

Işıldama sayıcıları: Işıldama sayıcıları çok daha

Kıvılcım odaları, leptonların etkileşimi sonucu oluşan çok zayıf akımların incelenmesinde kullanılır. (altta) Bulucunun gövdesi 7 m uzunluğundadır ve 150 kıvılcım odasından oluşur. Her biri 15 m²'lik alan kaplayan iki ayna, taneciğin izini kameraya yansıtır.



Işıldama sayıcısı, taneciği algılama işlemini hızla gerçekleştirir. Işıldayan maddeden geçen taneciğin oluşturduğu ışık, fotoçoğaltıcı tüple yükseltilir ve elektrik sinyalleri halinde bilgisayara gönderilir.(altta)



hızlı zamanlama yapabilirler, ama tanecik konumuyla ilgili kesin bilgi veremezler. Bunlar, yüksek enerjili bir tanecikle karşılaştığında ışık parıltısı veren plastik türü maddelerin özelliklerinden yararlanırlar. Işıldama sayıcısında bir plastik blok, ışık geçirmeyecek biçimde sarılır ve taneciğin geçişiyle ortaya çıkan ışık parıltısı, ışık borularıyla FOTOÇOĞALTICI TÜP'e gönderilir. Elektrot üstüne düşen bir ışık, elektronları serbest bırakır ve böylece bir elektrik sinyali oluşur. Bu sinyal, ya bir bilgisayara ya da tanecik yolu üstünde bulunan başka buluculara gönderilir. Işıldama sayıcılarındaki zaman ölçme aralığı, saniyenin milyarda biri düzeyindedir.

Cerenkov sayıcısı: Bu bulucu, genellikle tanecikleri birbirinden ayırt etmek için kullanılır. Hızlandırılmış bir taneciğin bir Lucite bloku(«perspeks»e benzer) içinde yerel ışık hızına ulaşabileceği ilkesine dayanarak çalışır. Bu olay ortaya çıktığında, tanecik yolu üstünde bulunan atomlar dağılıp, tıpkı bir uçağın ses hızını aştığında oluşan ses dalgaları biçiminde ışık dalgaları oluştururlar. Taneciğin bulunduğu noktadan yayılan bu dalgalar, bir koni yüzeyi ortaya çıkarırlar. Bu koni açısının ölçülmesiyle tanecik hızı saptanabilir.

Sayıcıya ulaşmadan önce tanecik, bir magnetik alandan geçirilirse yörüngesi eğrilir. Bu eğriliğin miktarı, taneciğin hızı ile kütlesinin çarpımıyla orantılıdır. Cerenkov sayıcısı hızı ölçer ve tanecik, kütlesine göre ayırt edilir.

TANECİK FİZİĞİ

Tanecik fiziği («parçacık fiziği» ya da «çekirdek fiziği» de denir), maddenin temel bileşenlerinin özelliklerini konu edinen bir bilim dalıdır. Kökeni, atomun ve merkezindeki çekirdeğin mekanizmasının açıklanmasıyla sonuçlanan araştırmalardır. Günümüzde yürütülen çalışmalarda, atomu oluşturan tek tek tanecikler ve TANECİK HIZLANDIRICILARI'nda yapılan deneylerde ortaya çıkarılan yeni tür tanecikler incelenmektedir.

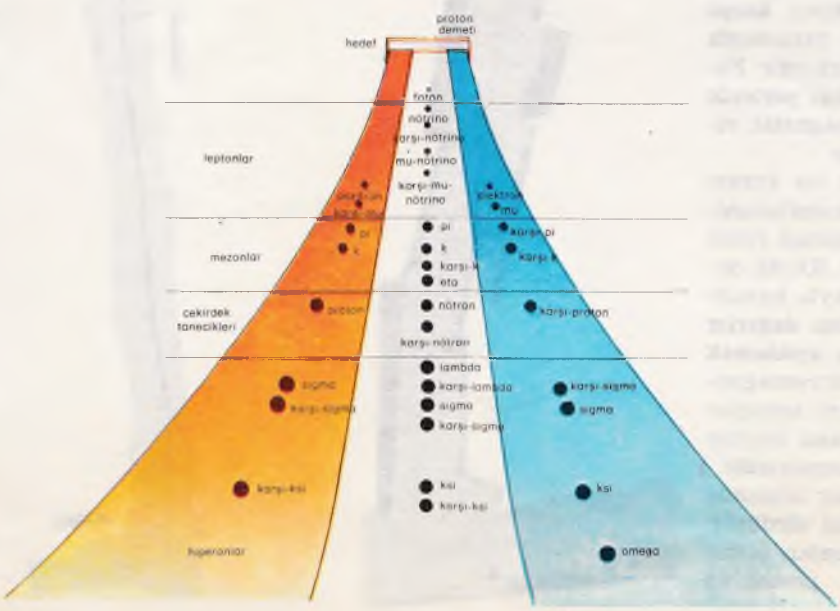
Tanımlanabilen tanecik türlerinin sayısı 200 dolayındadır. Bu sayı karşı tanecikleri de kapsar. Karşı tanecikler kütle bakımından öteki taneciklerle özdeştir, ama başka özellikleri bakımından karşıtlıklar gösterirler. Sözgelimi, bir elektron eksi gerilimle yüklü bir elektrot tarafından itilir, oysa bir *karşı elektron (pozitron)*, aynı elektrot tarafından çekilir. Bunun nedeni, elektronun eksi yük, pozitronunsa artı yük taşımasıdır.

Tanecikler, kütle bakımından birbirinden ayrılırlar. Sözgelimi, *foton*lar (ışık taneciği, Bk. KUVANTUM KURAMI) kütlesizdir, yalnızca enerji taşırlar. N ve Z harfleriyle gösterilen ve kütleleri PROTON ve NÖTRON'dan üç kez daha büyük olan tanecikler de vardır. Taneciklerin, elektrik yükleri (artı, eksi) ve dönüleri (spin) gibi ölçülebilir özellikleri vardır. Tanecikler birbirleriyle etkileşime girdikleri zaman, sonuçta ne olacağını bazı «korunum yasaları» belirler. Sözgelimi, bir etkileşim sonucu ortaya çıkan yeni tanecik, etkileşime giren taneciklerin toplam elektrik yükünü taşır. Ayrıca aynı kütle enerjisini kazanır.

Tanecik etkileşimleri arasında büyük farklar bulunmuş ve tanecik özelliklerini denetleyen dört kuvvet tanımlanmıştır: Güçlü kuvvet; elektromagnetik kuvvet; zayıf kuvvet; çekimsel kuvvet. Şiddetleri çok farklı olan bu kuvvetler, birbirinden kolayca ayırt edi-

---

Bazı temel taneciklerin görece kütleleri. (altta) Tanecikler hayali bir hızlandırıcı demeti üstünde gösterilmiştir. Artı yüklü tanecikler kırmızı, eksi yüklüler mavi renkli, yüksüz olanlar da merkezdedir. Bir hidrojen atomunun sağındaki bir proton ile bir elektron, bir karşı hidrojendeki karşı proton ve karşı elektronla karşılaştırılmaktadır. Bunların kütleleri aynı, yükleri terstir.



lebilir. Elektromagnetik kuvvet güçlü kuvvetten yüz kez, zayıf kuvvet milyar kez, çekimsel kuvvet de milyon kez daha küçüktür.

Aşağıda bu kuvvetler tanımlanmış ve bu sınıflara giren tanecikler verilmiştir. Güçlü kuvvete duyarlı olan taneciklere "*hadron*," zayıf kuvvete duyarlı olanlara da "*lepton*" adı verilir. Elektrik bakımından yüklü olanlar elektromagnetik kuvvete, kütlesi olan her tanecik de çekimsel kuvvete duyarlıdır.

Çekimsel kuvvet: Çekimsel kuvvet, kütlesi olan iki tanecik arasında bulunur ve Newton'un düşen bir elmadan esinlenerek çıkardığı yasayla tanımlanır. Bu kuvvet, Dünya ve öteki gezegenlerin Güneş çevresindeki yörüngelerinde dönmelerini denetler. Çekim kuvveti, yalnızca çeken bir kuvvettir. İki kütle birbirini çeker, hiç bir zaman itmez. Bu kuvvetin değeri, kütlelerin çarpımının aralarındaki uzaklığın karesine bölümüyle orantılıdır.

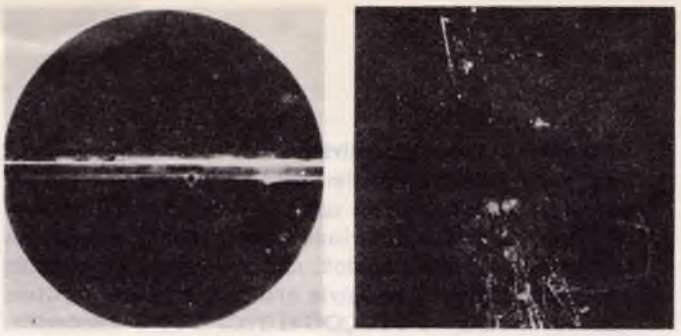
Gök cisimleri ele alındığında büyük bir güç olarak ortaya çıkan çekim kuvveti, tek tek tanecikler söz konusu olduğunda sezilmeyecek kadar küçüktür ve çoğunlukla öteki kuvvetler tarafından gölgelenir.

Elektromagnetik kuvvet: Elektromagnetik kuvvet, elektrik yükü taşıyan bütün tanecikler arasında bulunur. Elektrik ve magnetizma olaylarında yeralır. Atom içinde, eksi elektronun artı çekirdek çevresindeki dolanımını denetler ve böylece atom hareketlerinin kaynağını oluşturur. Karşıt yüklü taneciklerin birbirini çekmesini, aynı yüklü taneciklerinse birbirini itmesini sağlar. Elektromagnetik kuvvetin değeri de, çekimsel kuvvete benzer biçimde, iki yükün çarpımının, uzaklığın karesine bölümüyle orantılıdır.

Elektromagnetik kuvvetin etkinliği ve işlevi, *kuvantum elektrodinamiği* kuramında tanımını bulmaktadır. Buna göre, her taneciğin çevresi bir foton bulutuyla sarılıdır. Söz konusu bulut, ışıkta olduğu gibi kütlesiz bir enerji paketidir. Tanecikse, sürekli olarak bu fotonları dışa doğru fırlatmakta, sonra da kendine doğru çekip yakalamaktadır. Eğer bir foton başka bir fotonla karşılaşırsa etkileşim başlar (sözgelimi, karşıt yüklüyseler birbirlerini çekerler). Foton yardımıyla bir tanecik, ikinci bir taneciğe mesaj iletmektedir. Foton bulutunun yoğunluğu, taneciğe yakın yerlerde yüksek, dışa doğru düşüktür. Bu, elektromagnetik etkileşimin uzaklıkla azaldığını ortaya koyar.

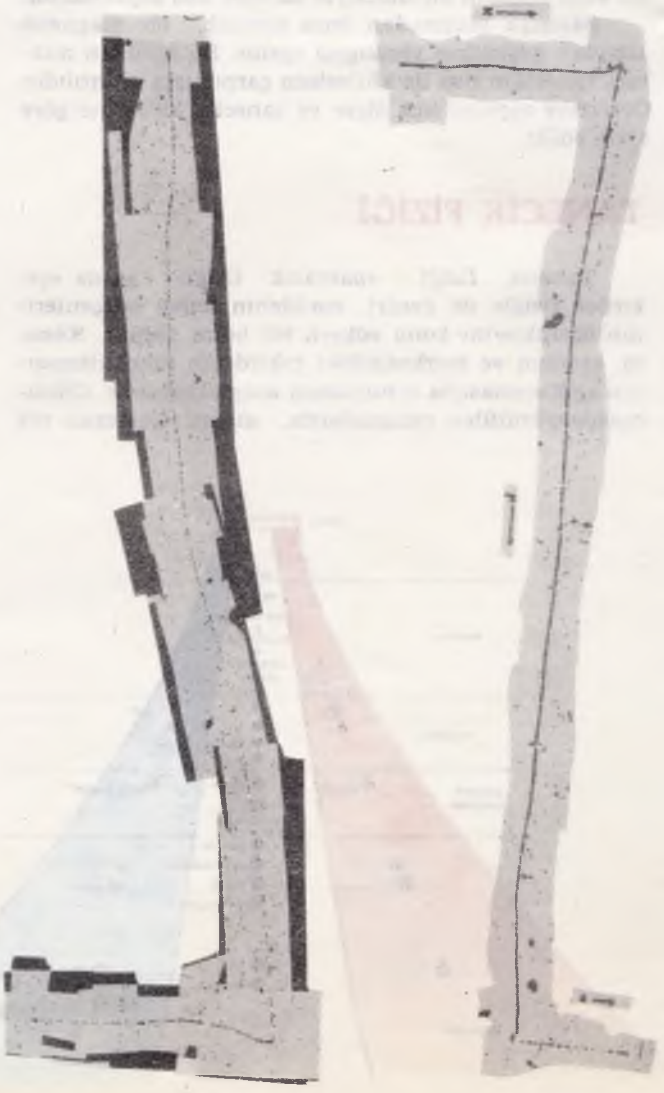
Kuvantum elektrodinamiğinin geçerli bir kuram olduğu söylenebilir. Bu kuram deneyle de kanıtlanabilir. Çünkü, yüklü taneciğin çevresinde bulunan foton bulutu, tanecik özelliklerini biraz değiştirir. Küçük değişimler ölçülmüş ve milyonda birkaç hatayla kuvantum elektrodinamiği kuramında öngörülen değerler bulunmuştur. Kuram, küçük çaplı olayları açıklamak için geliştirilmiş olmasına karşın, başka elektromagnetik kuvvetlerin saptanmasında da başarılı sonuçlar vermiştir. Tanecikler arası uzaklığın, atomsal ölçekte ya da uzaysal boyutlarda olması fark etmemektedir.

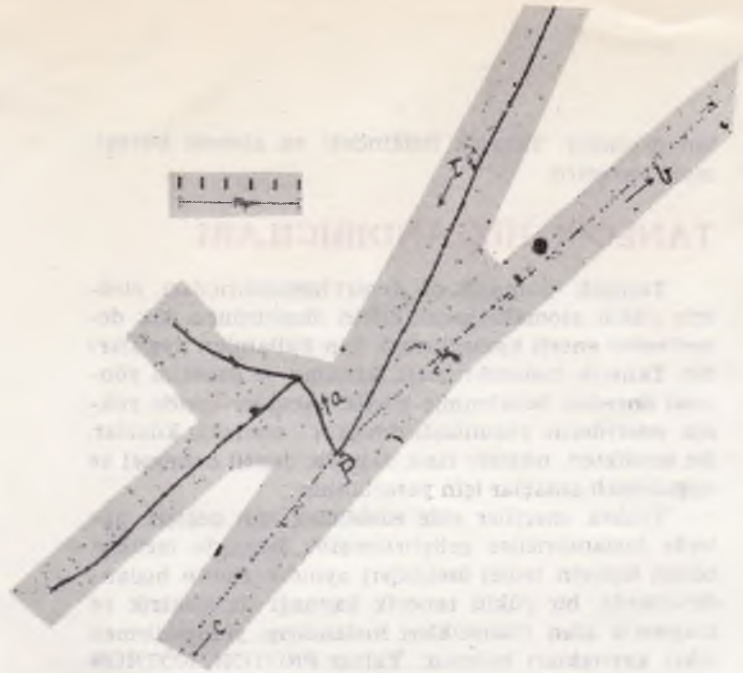
Güçlü kuvvet: Güçlü kuvvet, hadronlar arasında ortaya çıkar. Atom çekirdeği içinde işlevini sürdürür. Elektromagnetik kuvvetin artı yüklü protonları birbirinden uzaklaştırmaya çalışmasına karşı, proton ve

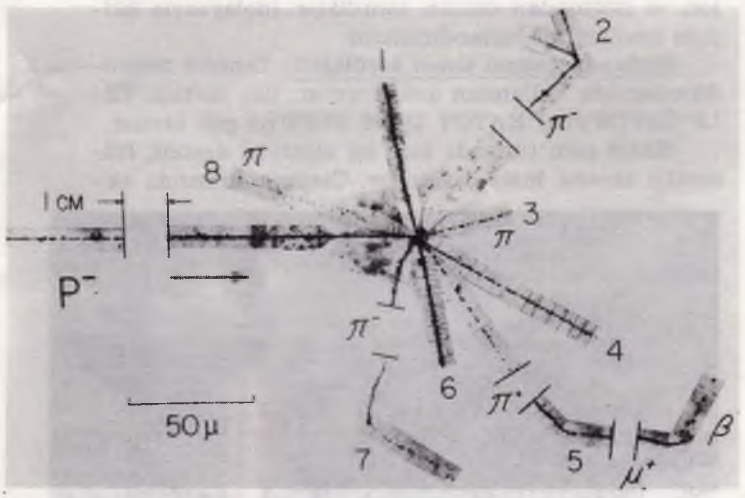


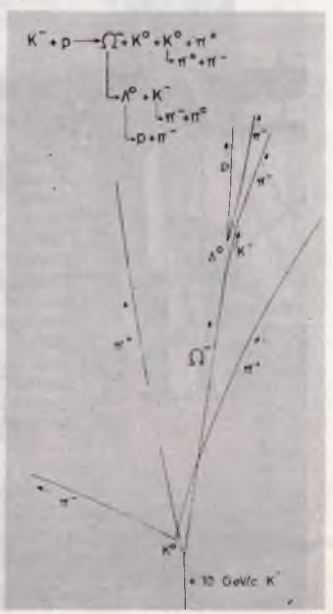
Pozitronun 1932'de bulunması. (üstte solda) İnce çizginin eğiminin çapı ile iyonlaşma yoğunluğu, kütlenin hesaplanmasını sağlamış ve pozitron kütlesinin elektronunkine eşit olduğu görülmüştür. Ağır yüksüz bir taneciğin (kaon) yüklü bir taneciğe dönüşmesini gösteren sis odası fotoğrafı. (üstte sağda) Yüklü tanecik resmin alt tarafında ters V biçiminde ortaya çıkmaktadır.

π^+ mezonu bozunması ilk kez 1947'de gözlenmiştir. (altta solda) Dipteki emülsiyon içindeki çizgi, düşey çizgi halindeki μ^+ mezonuna dönüşmektedir. π mezonunun dönüşümü (üstteki çizgi). Mezon önce μ mezonuna, sonra pozitrona dönüşür. Yavaş hareket eden tanecik daha fazla iyonlaşmaya neden olur; çizginin belirginliği bunu gösterir. (altta sağda)









K mezonun dönüşümünün ilk kez (1949'da) gözlenmesi. (solda üstte) Bu, üç π mezonuna (pion) dönüşür. Resimdeki «a» çizgisi çekirdek tarafından yakalanan yavaş hareketli π^- mezonunun, «b» ve «c» çizgileriyse hızlı hareketli π mezonlarının çizgileridir. Bu olay 1958'de kaydedilmiştir. (solda ortada) Bir karşı proton, çekirdek tarafından yok edilir. Böylece, düşük hızlı bir çekirdek (çizgi 1), sonra bir yıldız ortaya çıkaran bir π^- mezonu (çizgi 2), üç π mezonu (3, 4 ve 6 numaralı çizgiler), π^- mezonu (7. çizgi) ve piondan muona, muondan da elektrona bozunmayı gösteren bir π^+ mezonu verecek biçimde yıldız oluşturur. 1965'te hidrojen kabarcık odasından alınan bu fotoğraf, omega taneciği bozunmasını göstermektedir. (solda altta) Bu taneciğin kütlesi 1 672 MeV, ömrüyse 1,1 X 10^{-10} saniyedir. Kaydedilen olay ve değerlendirilmesi yan yana verilmiştir.

---

nötronları bir arada tutar. Bu kuvvetin etkisi, ancak atom çekirdeği ölçeğindeki uzaklıklarda (yani 10^{-13} cm düzeyinde) duyulabilir. Bu özellik, öteki hadronların, nükleer hacme girmedikçe neden çekirdek tarafından çekilmediklerini açıklar.

Güçlü kuvvetin, "*mezon*" adı verilen taneciklerin yer değiştirmesi sonucu ortaya çıktığı düşünülmektedir. En çok tanınan mezon, pi mezonudur (ya da pion). Bir hadron, varlığını başka bir hadrona duyurmak için, bir pion değiş tokuşunda bulunur. Bu durum, yüklü taneciklerin foton değiştirmesine benzer. Bununla birlikte, pionun bir kütlesi vardır (protonunkinin dörtte biri kadar) ve hadronun çok yakınına gelip kaldığından, güçlü kuvvet, tanecikten uzaklarda pek etkili değildir.

Hızlandırıcılarda, çeşitli hadron ve mezonların bulunması, yukarda verilen yalın açıklamalara çelişkili bir durum getirmiştir. Yüksek enerjilerde hızlandırılmış tanecikler başka taneciklerle çarpıştıklarında, varlıkları önceden bilinmeyen bazı yeni tanecikler ortaya çıkmaktadır. Bunların tümü, güçlü kuvvetin etkisi altında bulunmaktadır. 1960 yıllarının başlarında çekirdek fizikçileri, yeni tanecikler bulmaya başlamışlar, ama bunların doğadaki işlevleri ve varlıklarının nedeni anlaşılamamıştır. Zamanla, tanecik özellikleri ortaya çıkarıldıkça, bunlar arasında kimyasal elementlerdeki gibi bir düzen bulunduğu ortaya çıkmıştır.

Tıpkı atom yapısının peryodik çizelgedeki ilişkileri belirlemesi gibi, hadronların yapısı da, bunların birbiriyle ilişkisini düzenlemektedir. Benzer özellikler taşıyan sekiz-on tanecik, hadron gruplarını oluşturur. Bu gruplaşmanın nedeni de, "*kuark*" adı verilen ve çeşitli düzenlemelerle hadronu oluşturan daha temel nesnelere bağlanmaktadır.

Son yıllarda proton ve nötronlardan yüksek enerjili, farklı tiplerde taneciklerin koparıldığı bir dizi deney yapılmıştır. Bu çalışmaların amacı, XX. yüzyılın başında, Rutherford'un yaptığı ünlü deneye benzer. Rutherford, atomdan tanecikler koparmış, böylece merkezde çekirdek adı verilen bir bileşenin varlığını ortaya koymuştur. Taneciklerin proton ve nötronlar

üstüne saçılması, hadronlar içinde üç küçük taneciğin (büyük bir olasılıkla kuark) varlığını göstermektedir. Böylece, maddenin temel yapısı diye nitelendirilen bileşenlerin, gerçekte daha yalın cisimlerden oluştuğu anlaşılmaktadır.

Ancak, günümüzde deneysel yoldan, hadronlar içinde bulunan kuarkları açığa çıkarmak olanaklı değildir. Güçlü kuvvetin etkisinde bulunan taneciklerin özellikleri kuark kavramıyla açıklanabilmekteyse de, varlıkları, deneylerle kanıtlanamamıştır.

Zayıf kuvvet: Zayıf kuvvet, taneciklerin parçalanıp başka taneciklere dönüşmesi sırasında ortaya çıkar. Tanecik dönüşümü için geçen süre saniyenin milyarda biri düzeyindedir. Bu, tanecik etkileşim süresine göre çok uzun bir zamandır ve söz konusu kuvvetin zayıflığını gösterir. Bilindiği kadarıyla, bu kuvvetin etkisi tanecik içiyle sınırlıdır, dışarıya taşmaz.

Yüksek enerjili hızlandırıcılar geliştirilmeden önce, zayıf kuvvet konusundaki bilgiler, çekirdek parçalanması (Bk. RADYOAKTİFLİK) sırasındaki gözlemlere dayanmaktaydı. Burada özellikle nötronun proton ve elektronlara parçalanmasına bağlı *beta bozunması* dikkat çekiciydi. Gözlemlerde, elektronun değişik enerjilerde ortaya çıktığı izlendiğinden, enerjinin geri kalan bölümünü yutan başka taneciklerin var olması gerektiği düşünüldü. Bu görünmez taneciğe «*nötrino*» adı verildi. Nötrinoların elektrik yükleri yoktur. Bunlar leptondur ve yalnızca zayıf kuvvetten etkilenirler. W. Pauli böyle bir taneciğin hiç bir zaman gözlenemeyeceğini öne sürmüştür. Ne var ki, günümüzde nükleer reaktörlerde her saniye milyonlarca nötrino açığa çıkmakta ve bunlardan oluşturulan ışın demetleri zayıf kuvvetin araştırılmasında kullanılmaktadır.

Zayıf kuvvet altındaki tanecikle yapılan deneyler, doğa konusunda önceden doğruluğuna inanılan pek çok düşünceyi çürütmüştür. Sözgelimi, 1950 yıllarında, çekirdeğin beta bozunması sırasında açığa çıkan elektronlar üstünde yapılan ölçmeler bir gerçeği ortaya çıkarmıştır. Buna göre, elektronlar saat ibreleri yönünde dönmekte, görünmeyen nötrinolarsa saat ibrelerinin tersi yönünde dönmektedirler. Bu olay şu gerçeği açığa çıkarır: Zayıf kuvvet etkisini gösterdiğinde, doğada bir doğrultu davranışı gözlenmektedir. Oysa eskiden «sağ» ve «sol» kavramlarının bütünüyle insanlar tarafından uydurulduğuna, doğada sağ, sol ayrımı olmadığına inanılırdı. Zayıf kuvvet konusunda yapılan çalışmalar, bu inancı çürütmüştür.

On yıl sonra, mezonların bozunumu sırasında daha ilginç bir gerçek ortaya çıkmıştır: Doğada, yalnızca doğrultu özelliği değil, ayrıca, zaman içindeki doğrultu kavramı da vardır. Buna göre, zaman içinde geri gidilerek olayların yeniden yaşanabileceği düşüncesi (film şeridinin geriye döndürülmesi gibi) geçerliliğini yitirmiştir.

Gözlenen zayıf kuvveti yeterli biçimde açıklayan bir kuram geliştirilmemiştir. Bir kuramda açıklama, güçlü kuvvetteki pion değiş tokuşu ile elektromagnetik kuvvetteki foton değiş tokuşu gibi bir tanecik alış verişine dayandırılmaktadır. Buna "*ara bozon*" ya da "W taneciği" adı verilmektedir. Ama bu tür bir tanecik bulunamamıştır. Tanecik fiziğindeki en gizemli kuvvet, zayıf kuvvettir.

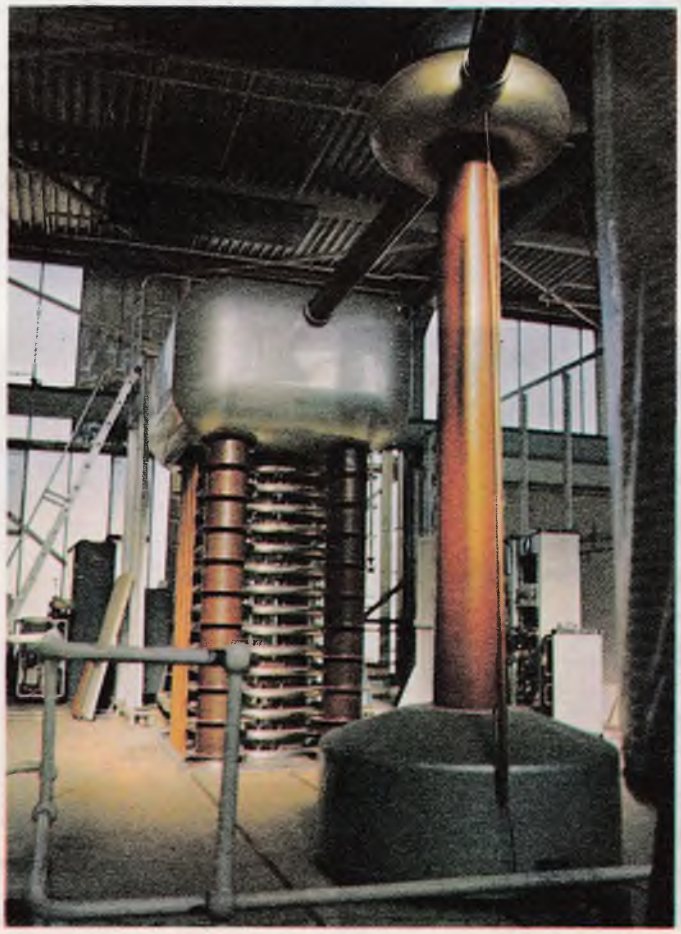
TANECİK HIZLANDIRICILARI

Tanecik (parçacık da denir) hızlandırıcıları, elektrik yüklü atomaltı taneciklerin oluşturduğu ışık demetlerine enerji kazandırmak için kullanılan aygıtlardır. Tanecik hızlandırıcıları, konumu ve denetim yöntemi önceden belirlenmiş küçük hacimler içinde yüksek enerjilerin yoğunlaştırılmasını olanaklı kılarlar. Bu özellikten, nükleer fizik dalında, çeşitli deneysel ve uygulamalı amaçlar için yararlanılır.

Yüksek enerjiler elde edebilmek için değişik tiplerde hızlandırıcılar geliştirilmiştir. Bununla birlikte, bütün tiplerin temel özellikleri aynıdır. Bütün hızlandırıcılarda, bir yüklü tanecik kaynağı ile elektrik ve magnetik alan (taneciklerı hızlandırıp, yönlendirmek için) kaynakları bulunur. Yalnız PROTON, NÖTRON ve ELEKTRON'lar değil, *alfa tanecikleri* gibi iki proton ve nötrondan oluşan tanecikler (dolayısıyle helyum iyonları) de hızlandırılabilir.

Hızlandırıcıların temel özellikleri: Tanecik hızlandırıcılarında kullanılan ana aygıtlar, ilke olarak, TELEVİZYON'daki KATOT IŞINI TÜPÜ'ne çok benzer.

Katot ışını tüpünde ince bir elektron demeti, flüoresan ekrana hızla çarptırılır. Çarpma sırasında ek-

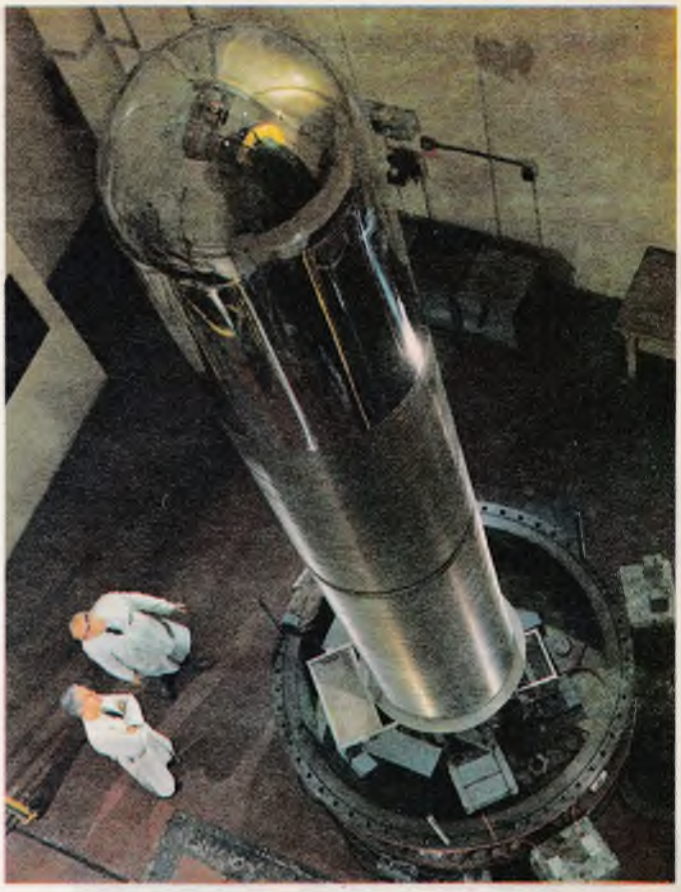


randa bir parıldama oluşur ve bu parıltılar birleşerek, resmi ortaya çıkarırlar. Filamanın ısıtılmasıyla elektronlar, atomlarından kopup fırlayacak kadar enerji kazanırlar. Her elektron, bir tek eksi yük taşır. Kopma durumunda elektronlar, kendilerini bir elektrik alan içinde bulurlar. Bu elektrik alan, filamanla (katot) uygulanan eksi gerilim ile ekrana yakın bir yerdeki artı elektrot (anot) arasında oluşur.

Elektronlar katottan kopup, anoda doğru hızla yol alırlarken enerji de kazanırlar. Tıpkı mıknatısların kuzey ve güney kutuplarının birbirini etkilemesi gibi, eksi elektrot elektronları iter, artı olan da çeker. Eğer proton gibi artı yüklü bir tanecik söz konusuysa, etkileşim tam karşıt yönde ortaya çıkar; yani tanecik, artı elektrottan eksi elektroda doğru hızlanır.

Magnetik alanlar, yüklü taneciklerin izledikleri yolu eğip saptırabilirler. TV alıcılarında, filamandan her doğrultuda yayılan elektronları bir demet biçimine dönüştürebilmek için, mıknatıslar kullanılır. Mıknatısın saptırma gücü elektron demetini odaklar (tıpkı ışığın mercek tarafından odaklanması gibi).

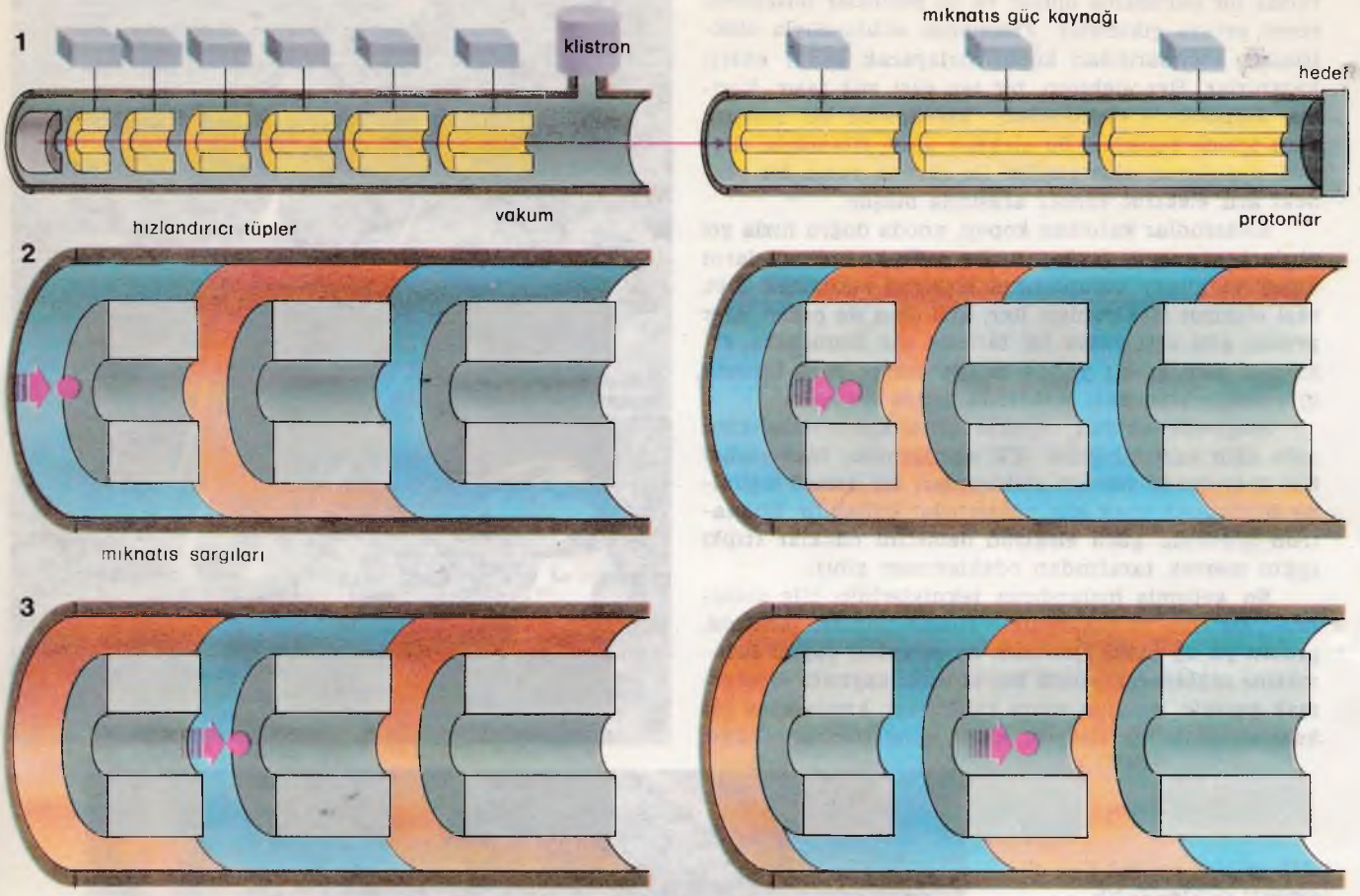
En gelişmiş hızlandırıcı tekniklerinin bile temelinde bu ilke yatmaktadır. Hızlandırıcıda, elektron, proton ya da öteki iyonların atomlardan kopup fırlamasını sağlayacak yüklü bir tanecik kaynağı oluşturmak gerekir. Bundan sonra tanecikler, kendilerine hız kazandıracak bir elektrik alanı içine sokulur (buna,



Altı milyon voltluk Van de Graaff elektrostatik Aldermaston jeneratörü. (sağda üstte) Üretilen değişmez enerjili tanecik demetleriyle değişik hedefler bombalanabilir. Bunlar, araştırma amacıyla, nükleer bir tepkimeyi başlatmada da kullanılabilirler.

Ağır tanecikleri hızlandırma amacıyla düzenlenmiş doğrusal hızlandırıcı. (sağda altta) Dış tüpün boyutları 27×3 m düzeyindedir.

Cockcroft-Walton proton hızlandırıcısı, 1930 yıllarının en gelişmiş aygıtıydı. (solda) Bir iyon kaynağı, bir hızlandırıcı tüp ve bir yüksek gerilim jeneratöründen oluşur.



Doğrusal hızlandırıcı. (üstte) Vakum silindirinin bakır duvarları boyunca bir klistronun oluşturduğu elektrik alanı dalgaları, taneciği hızlandırır. Alanın kutupları yavaşlatıcı konumu aldığında, tanecik, yavaşlar ve tüplerden birinde saklanır. Artan hızı karşılamak için, tank çıkışına doğru tüplerin boyu uzatılır.

doğru bir deyimle "*elektrik alan gradyanı*" adı verilir; TV tüpünde elektronlar, elektrik tepesinden aşağı doğru, bir anlamda «yuvarlanırlar». Elektronlar ya da başka tanecikler, odaklanmaları ve doğrultularının değiştirilmesi için magnetik alandan geçirilirler.

Sistemde gerekli olan özelliklerden biri de, iyi bir vakum ortamıdır. Sistemde hava bulunursa tanecikler, hava molekülleriyle çarpışıp saçılmaya uğrayarak denetimi güçleştirirler.

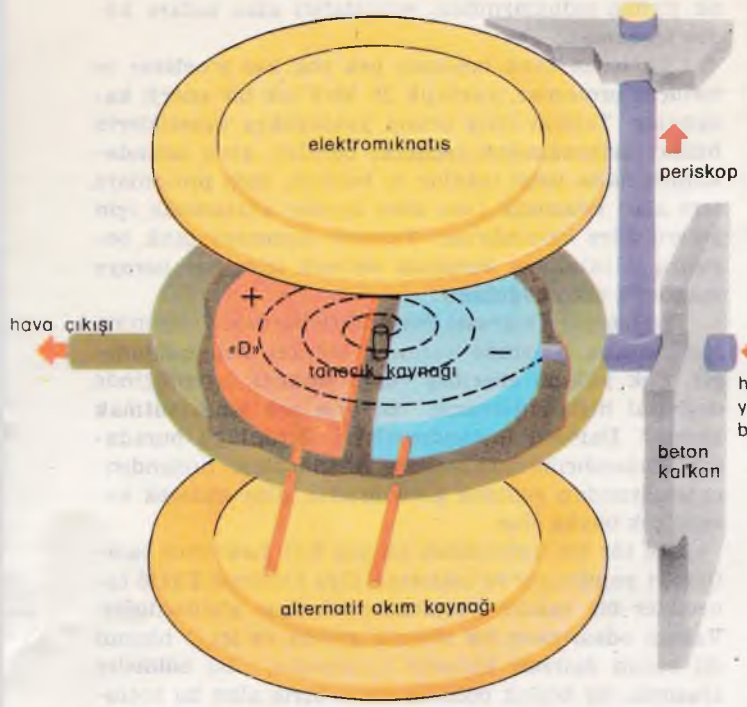
Bir taneciğin kazandığı enerjiyi tanımlamak için «elektron volt» deyimi kullanılır. Bunun, hızlandırıcı gerilimle ilişkisi oldukça yalındır. Sözgelimi, bir TV alıcısında anottaki gerilim, katoda göre 10 000 V (genellikle 10 kV biçiminde gösterilir) düzeyindedir. Dolayısıyle ekrana ulaşan her elektron, 10 bin elektron voltluk (10 keV) bir enerjiye yükseltilmiş demektir.

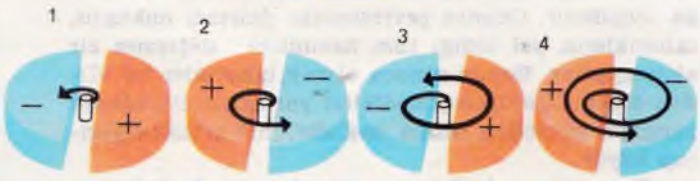
Bilinen öteki enerji birimleri milyon elektron volt (MeV) ve *giga* elektron volt (Gev), yani milyar elektron volttur. Hızlandırıcılar, sözgelimi «10 GeV gücündedir» biçiminde tanımlanır.

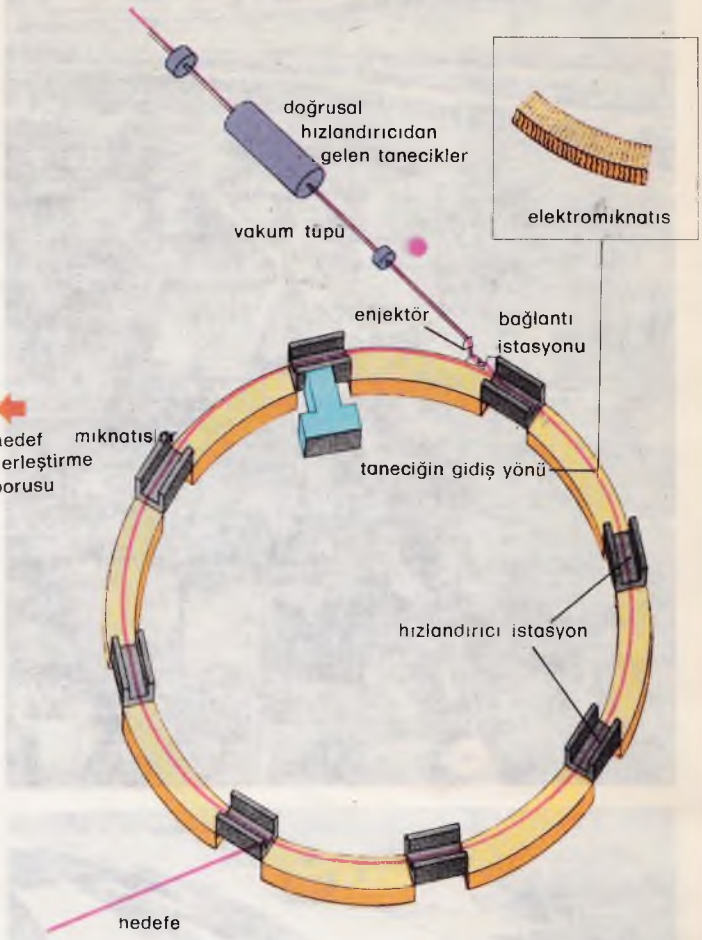
Hızlandırıcıların kullanımları: En güçlü tanecik hızlandırıcıları, maddenin temel bileşenlerinin araştırılması ve özelliklerinin incelenmesinde kullanılırlar. Gittikçe daha yüksek enerji sağlayan hızlandırıcıların geliştirilmesiyle, atom çekirdeğinin sanılandan çok daha karmaşık yapıda olduğu ve bilinenler dışında, çekirdekten de küçük, birçok yeni taneciğin bulunduğu ortaya çıkarılmıştır (Bk. TANECİK FİZİĞİ). Bu taneciklerin incelenmesi, doğaya ilişkin bilgilerin kazanılmasına yolaçmıştır.

Gittikçe daha hızlı taneciklerin elde edilmesiyle, başka taneciklere girme olanağı da artmaktadır. Sözgelimi, birkaç MeV düzeyinde hızlandırılan bir tanecik, bir atom çekirdeğinin içine girebilir ve onu ya parçalar ya da başka bir biçime sokar. Çekirdek içine girme, hızlandırıcıların ilk kullanım alanlarından biriydi ve bu nedenle hızlandırıcılara yanlışlıkla «atom-parçalayıcıları» adı verilmişti. Gerçekte bu hızlandırıcılar «çekirdek-parçalayıcı»larıydı. Atom çok daha kolay parçalanabilmektedir. Sözgelimi bir kibrit çakımı sırasında ortaya çıkan enerji (eV düzeyinde), elektronların atomdan kopmasına neden olabilir.

GeV düzeyindeki enerjilerde, hızlandırılmış tanecikler, yalnızca çekirdek içindeki tanecik topluluğuna girmekle kalmaz, öteki taneciklerin tek tek dönüşüm







Siklotron. bir elektromıknatısın kutupları arasına yerleştirilmiş bir vakum odasından oluşur. (üstte solda) Oda iki yarım dairesel (D) bölüme ayrılmıştır. «D»ler, sırasıyla artı ve eksi olarak yüklenirler. Ortadan enjekte edilen bir tanecik, bunlar arasında hızlanıp, gittikçe genişleyen yörüngeler çizmeye başlar.

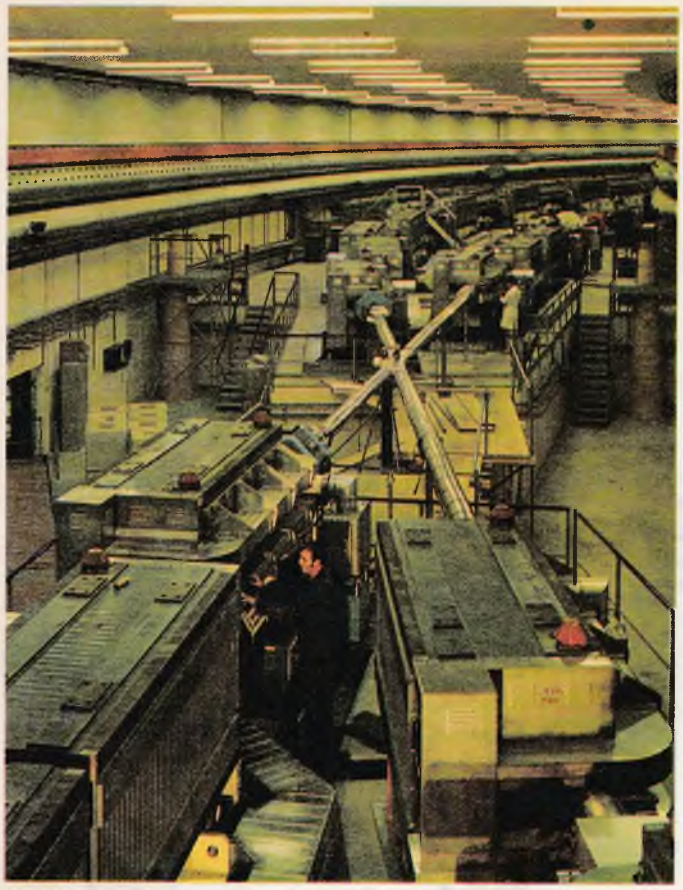
Senkrotron. (üstte sağda) Tanecikler senkrotronun vakum tüpüne enjekte edilirler ve güçlü mıknatıslarla dairesel hareket yaparlar. Hızları, istenen düzeye erişene kadar, her yörüngede hızlandırıcı istasyonlarca artırılır. Bundan sonra, tanecikler deney odasına alınırlar.

göstermesine de yolaçarlar. Çarpışma anında açığa çıkan enerji, bütünüyle yeni bir taneciğin doğmasına neden olacak kadar büyük olabilir (Einstein'ın $E=mc^2$ formülüne göre, enerji ve kütle birbirine dönüşebilmektedir). GeV düzeyinde enerjili hızlandırıcılar, maddenin yapısını araştırmada kullanılan en ileri aygıtlardır.

Tanecik hızlandırıcılarının küçük bir bölümü (en güçlü olanları) bu amaçla kullanılır. Geri kalanların büyük çoğunluğundan tıpta ve endüstride yararlanılmaktadır. Televizyon tüpleri dışında, hastanelerde ve tahribatsız malzeme deneylerinde, X ışını aygıtları kullanılır (Bk. NİTELİK DENETİMİ). Radyoizotopların (tanecik salan dengesiz çekirdekleri olan ELEMENT çeşitleri) elde edilmesinde de pek çok hızlandırıcı kullanılmaktadır.

Hızlandırıcı türleri: Yalın hızlandırıcı türleri *doğrusal*dır. Bunlar tanecikleri bir doğru üstünde hareket ettirirler. Televizyon tüpü, bu anlamda bir doğrusal hızlandırıcıdır. Laboratuvarlarda tanecik hızlandırmak için kullanılan VAN DE GRAAFF JENERATÖRÜ de doğrusal tipler arasındadır.

Ayrıca, özel amaçlı doğrusal hızlandırıcılar da vardır. Bunlardan biri, Alvarez'in bulduğu hızlandırıcıdır ve uzun silindir biçimli bir tanktan oluşur. Tankın içine uzunlamasına boş borular yerleştirilmiştir (borular arasında da aralık vardır). Tanka yüksek frekanslı bir elektrik alanı uygulanır, bu alan ileri-geri titreşim yapar. Yüklü tanecikler, bir uçtan, bu elektrik alanı içindeki bir çizgi boyunca dizilmiş borulara gönderilirler. Elektrik alanının salınımı ve boruların boyu ayarlanarak, oluşan alan tanecikleri hızlandırıcı doğrultuda olunca, taneciklerin borular arasındaki boşluktan kaçması sağlanır. Tanecikler artı yüklüyse (proton), arkada bıraktıkları boru artı, önündeki eksi olur ve dolayısıyle tanecikler bir borudan ötekine doğru hızlanırlar. Bundan sonra elektrik alanı ters yönde salınır. Bu durum protonların yavaşlamasına yola-



çacaktır; ama protonlar o sırada öndeki borunun içine girmiş olduklarından, yavaşlatıcı alan onlara kadar ulaşamaz.

Bu işlem tank boyunca pek çok kez yinelenir ve sonuçta protonlar, yaklaşık 20 MeV'luk bir enerji kazanırlar. Tankın çıkış ucuna yaklaştıkça taneciklerin hızları artacağından, çıkıştaki borular, giriş ucundakinden daha uzun tutulur ve böylece, hızlı protonlara, ters alan sırasında (son boru içinde) saklanmak için yeterli süre kazandırılır. Tanecik demetini tank boyunca odaklanmış durumda tutmak için, her boruya magnetik alan uygulanır.

Siklotron: Doğrusal hızlandırıcılardaki bileşenler, hızlandırma işlevinde yalnızca bir kez kullanılabilirler. Çok yüksek enerjiler elde edilmek istendiğinde, doğrusal hızlandırıcıların boyunu çok uzun tutmak gerekir. Dairesel hızlandırıcıların üstünlüğü buradadır. Hızlandırılmış tanecikler döndürülüp, hızlandırıcı istasyondan yeniden geçirilirlerse, elde edilecek kazanç çok büyük olur.

Bu tür bir hızlandırıcı ilk kez E.O. Lawrence tarafından yapılmıştır ve "*siklotron*" diye nitelenir. Yüklü tanecikler bir vakum odasının merkezine gönderilirler. Vakum odası yassı bir silindir gibidir ve içi, D biçimli iki yarım dairesel bölmeye ayrılmıştır. Bu bölmeler arasında bir boşluk bulunur ve elektrik alan bu boşluğa uygulanır. Odanın çevresindeki dairesel mıknatıs, taneciklerin yol aldığı tüm hacimlere değişmez bir alan uygular. Bunun sonucu olarak, tanecikler bir «D» den ötekine geçerken, izledikleri yol eğilir. Bu eğimin yarıçapı, taneciğin hızına bağlıdır; hız arttıkça yarıçap büyür.

Tanecikler oda içine merkezden gönderilirler ve boşluğa geldiklerinde elektrik alanı tarafından hızlandırılırlar. Magnetik alandan ötürü tanecikler, «D»lerden biri içinde küçük bir yarım daire çizerler. Aynı anda boşluktaki elektrik alanı da ters yönde kutuplanır ve tanecikler buraya ulaştıklarında yeniden hız kazanırlar. İkinci «D»ye girdiklerinde biraz daha büyük bir yarım daire çizerler ve yeniden boşluğa geldiklerinde, elektrik alanı bunlara yeni bir hız verir. İşlem böylece sürüp gider ve sonuçta tanecikler, vakum odası dışına fırlayacak kadar hız kazanırlar.

Senkro-siklotron: Siklotronlar oldukça yalın, ama başarılı sonuçlar veren hızlandırıcılardır. Taneciklere 20 MeV'luk bir enerji kazandırabilirler. Bu enerji düzeyinin üstündeyse, Einstein'ın görecelik kuramında açıklanan olay ortaya çıkar ve siklotron çalışmaz. Siklotron boşluğundaki elektrik alanı, değişmez bir frekansla bir yönden ötekine salınım yapar. Bu yüzden,

Bir İSR'nin (kesişen biriktirme halkası) kesişme noktası. (solda üstte) Bu aygıtlarda, hareketsiz bir hedefi 2 000 GeV'luk enerjiyle bombardıman eden protonlar gözlenebilir. Proton-proton çarpışmasındaki yüksek enerji, ağır tanecik deneylerini olanaklı kılmıştır.

Dünyanın en büyük (1,5 km) halkalı hızlandırıcısının (S.S.C.B) bir bölümü. (solda altta)

7 GeV'luk Nimrod proton senkrotronunun demet çıkışları. (sağda) Bu sistem, temel tanecikleri ve bunlar arasındaki kuvvetleri incelemede kullanılır. Başlangıçta, bir proton demeti doğrusal hızlandırıcıda enerji kazanınca senkrotrona enjekte edilir. Yaklaşık bir milyon turdan sonra, protonlar en üst enerjiye ulaşır ve magnetik saptırıcılar yardımıyla bir hedefe çarptırılırlar. Buradan uygun bir açıyla yansıyanlar, bir demet borusuyla senkrotronun dışına alınır ve tanecik bulucuları üstüne odaklanır.

«D»ler içinde yol alan tanecikler, enerjileri ne olursa olsun, bu yolu aynı zaman aralığında almak zorundadırlar. Ancak böylece, boşluğa gerekli anda gelip hız kazanabilirler. Ama ışık hızına yakın bir hız kazandıklarında tanecikler, hızlarını artırmak yerine kütlelerini artırmaya başlarlar (ışık hızını hiç bir zaman aşamazlar).

20 MeV'da protonun kütlesi yaklaşık % 2 kadar artar. Bu durum, yarım dairesel yolu tamamlamak için daha düşük enerjidekine oranla % 2 kadar gecikmeye neden olur. Gecikme, protonun boşluktaki hızlandırıcı alanın temposuna uymasını engeller.

Sorun, elektrik alanı frekansının derece derece küçültülmesiyle çözülür. Böylece, geç gelen taneciğe uyum sağlanır. Elektrik alanının frekansını, taneciğin yörünge hızıyla eşzamanlı (senkronize) olarak ayarlayan bu sistemlere «*senkro-siklotron*» adı verilir. Bu türden en büyük hızlandırıcı, S.S.C.B'nde Leningrad Fiziko-teknik Enstitüsü'ndedir. Burada bir protona 1 GeV'luk enerji kazandırılabilmektedir.

Senkrotronlar: Siklotronlarla 1 GeV'tan büyük enerjiler teknik bakımdan olanaksızdır. Sözgelimi, kullanılacak mıknatısın ağırlığının binlerce ton, çapının 10 m olması zorunludur. Onun için daha büyük enerjilerde «senkrotron»lar kullanılır. Bunlarda da dairesel yörünge düşüncesinden yararlanılır ve siklotronlardaki hızlandırıcı istasyonlar kullanılabilir.

Ancak, senkrotronlarda, taneciklerin hızı arttıkça bunların yörünge çapının büyümesine yolaçan değişmez magnetik alanlar kullanmak yerine, taneciği gene ayrı yörüngede tutabilecek değişken alan kullanılır. Bunlarda merkeze, büyük mıknatıs yerine küçük mıknatıslardan yapılmış bir halka yerleştirilir ve geniş bir odacık değil, dar bir dairesel tüp kullanılır.

Yüklü tanecikler genellikle dairesel vakum içine gönderilirler. Bu tanecikler doğrusal hızlandırıcıdan geldiklerinden MeV düzeyinde enerji içerirler. Sonra, düşük alan veren senkrotron halkası çevresinde dolanmaya başlarlar. Bu turlar sırasında kendilerine elektrik alanla enerji itimi veren birçok hızlandırıcı istasyondan geçerler. Bu durumda tanecikler daha geniş bir yörünge çizmek isterler; ama magnetik alan, bunları eski yörüngelerinde tutacak biçimde artırılır. Hızlandırıcı istasyonun frekansı, hem yörünge hızını artıracak, hem de taneciğin artan kütlesini dengeleyecek biçimde yeniden ayarlanır (30 GeV'luk bir enerjiyle hareket eden protonun kütlesi, duruk kütlesinin 30 katıdır). Tanecikler istenen hıza ulaştıklarında, mıknatıslarla yörüngeleri değiştirilip, halkanın dışına fırlatılırlar. Bundan sonra, sisteme yeniden yüklü tanecik gönderilip, işlem yeniden başlatılır.

Bu yöntemle kazanılacak enerjinin bir sınırı yoktur (kuramsal olarak). Dünyanın en güçlü hızlandırıcıları bu türdendir.

TANK

Tank, bir ya da daha çok sayıda silah taşıyan, kendi motoruyla paletler üstünde hareket eden bir zırhlı araçtır. Paletleriyle engebeleri kolayca aşabilen ve içindeki ekibi zırhıyla koruyabilen bu savaş aracı, silahların da daha etkili bir biçimde kullanılmasını sağlar.

Tarihçe: Birinci Dünya savaşının başlarında zırhlı araçlar yapılmış, ama bunlar tekerlekli olduklarından, yol bulunmayan yerlerde kullanılamamıştı. Bir süre sonra paletli tarım araçları yapılınca, tankların geliştirilmesi için gerekli temel ortaya çıktı. Tank teknolojisi, dikenli tellerle ve makinalı tüfeklerle savunulan düşman siperlerine saldırı sorunlarına çözüm bulmak için yapılan çalışmalarla oluştu. Gövde ile paletli hareket donanımları ayrı ayrı geliştirildi. Gövde

yapımında çalışanlar, araca, çöl bölgelerinde su taşıyacağını sanmaları nedeniyle, «tank» adını verdiler. Bu ad sonradan değiştirilmedi.

İlk tanklar, İngiltere ve Fransa'da birbirinden bağımsız olarak, aşağı yukarı aynı zamanda geliştirildi. Birinci Dünya savaşının sonuna kadar İngiltere 2 600, Fransa ise, daha hafif tiplerden 3 870 tank yaptı.

Birinci Dünya savaşının sonu ile İkinci Dünya savaşının başı arasındaki dönemde, tank yapımında büyük gelişmeler oldu. 8-10 km'lik hızlar yapan ağır hareketli araçlar yerine, 48-40 km'lik hızlar yapabilen çok yönlü savaş araçları ortaya çıktı. 1939 yılında pek çok ülke çok sayıda tank yapımına başlamıştı: İngiliz ordusunda yaklaşık 1 000, Alman ordusunda 3 000, S.S.C.B. ordusunda da 20 000 tank yapıldı.

Zırhlı tümenler (Almanya'da Panzer tümenleri) haline getirilen tank birlikleri, İkinci Dünya savaşının büyük çatışmalarında önemli roller oynadılar. Tank yapımında da büyük bir artış görülüyordu. Sözgelimi, savaşın sonuna kadar hem A.B.D., hem de S.S.C.B. yaklaşık 88 000 tank yaptılar. O tarihlerden bu yana, tankların önemi azalmadı ve geliştirilmeleri ile yapımları aralıksız sürdürüldü.

Tanklar, değişik dönemlerde, çeşitli biçimlerde sınıflandırılmıştır. Ama günümüzde başlıca iki gruba ayrılırlar. İlk grup, savaş tanklarını kapsar. Bunların

Chieftain tankında periskoplu nişangâhtan bakan bir atıcı. (üstte) Atıcı, aynı zamanda, bir lazer nişangâhından bilgi almakta ve top atışından önce, izli mermilerle deneme atışı yapabilmektedir.

Birinci Dünya savaşında, bir siperi aşan İngiliz «erkek» tankı. (altta) Tanklar «erkek» ve «dişi» olarak, iki tip yapılmaktaydı. Erkek tanklarda iki top, 4 makinalı tüfek, dişi tanklardaysa 6 makinalı tüfek vardı. Bu tanklar oldukça ağır ve düşük hızlı olmalarına karşılık, düşman siperlerine karşı saldırılarda etkili oluyorlardı.

başlıca örnekleri, İngiliz Chieftain, Amerikan M60, S.S.C.B. T-62, Alman Leopard ve Fransız AMX30 tanklarıdır. İkinci grupsa, daha hafif ve daha güçsüz keşif tanklarından oluşur. Amerikan Sheridan M551, İngiliz Scorpion ve S.S.C.B. PT-76 tankları bu gruba girerler. Ayrıca, tank birliklerinin, düşman uçaklarına karşı savunmalarını yapan uçaksavar tankları ve gene tank şasileri üstüne yerleştirilmiş başka araç türleri de vardır.

Tank silah donanımı: Tanklar, temelde hareketli silah platformları olduklarından, biçimlerini belirleyen en önemli etmen, silahlarıdır. Tank silahlarının birincil görevi, ciddi bir tehlike oluşturan düşman tanklarını tahrip etmektir. Bu nedenle, tanklarda bulunan silahların namlu çapları 75-120 mm arasında değişir. Günümüz tanklarının çoğunda, namlu çaplarının iki katı kalınlığındaki zırhları delebilen zırh delici mermiler kullanılır. Ama bazı tanklar daha güçlü yeni bir mermiyle donatılmışlardır. Bu yeni tür mermi, namlu çapının dört katı kalınlığındaki zırhları kolayca delebilmektedir. Bazı tanklarda da *yüksek patlayıcılı tanksavar* (HEAT) mermileri bulunur. Bu tip mermiler, kalınlığı, namlu çapının beş katı kadar olan zırhlara kolayca girebilmektedir. Ayrıca tank silahları, geleneksel yüksek patlayıcılı mermiler de atabilmektedir. Tanklarda, ana silahların (topların) yanı sıra, makinalı tüfekler de bulunmaktadır.

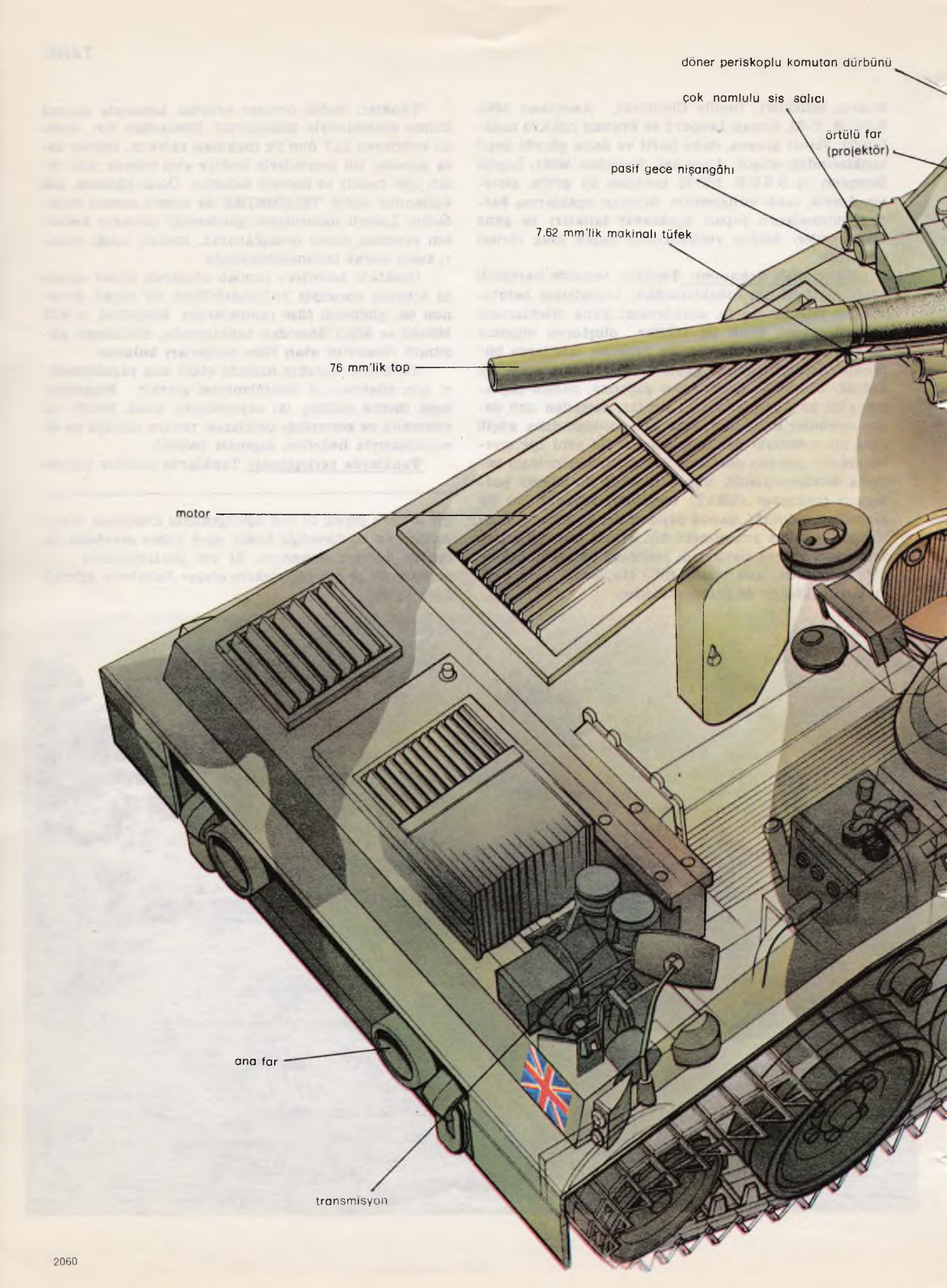
Tanklar, isabet oranını artırma amacıyla menzil bulma sistemleriyle donatılırlar. Bunlardan biri, menzil belirleyen 12,7 mm'lik makinalı tüfektir. Bunlar kısa salvolu, izli mermilerle hedefe ateş ederek, ana silah için hedefi ve menzili bulurlar. Öteki türlerse, çok kullanılan optik TELEMETRE ile lazerli menzil bulucudur. Lazerli bulucuların gönderdiği ışınların hedeften yansıma süresi hesaplanarak, menzil, aşağı yukarı kesin olarak bulunabilmektedir.

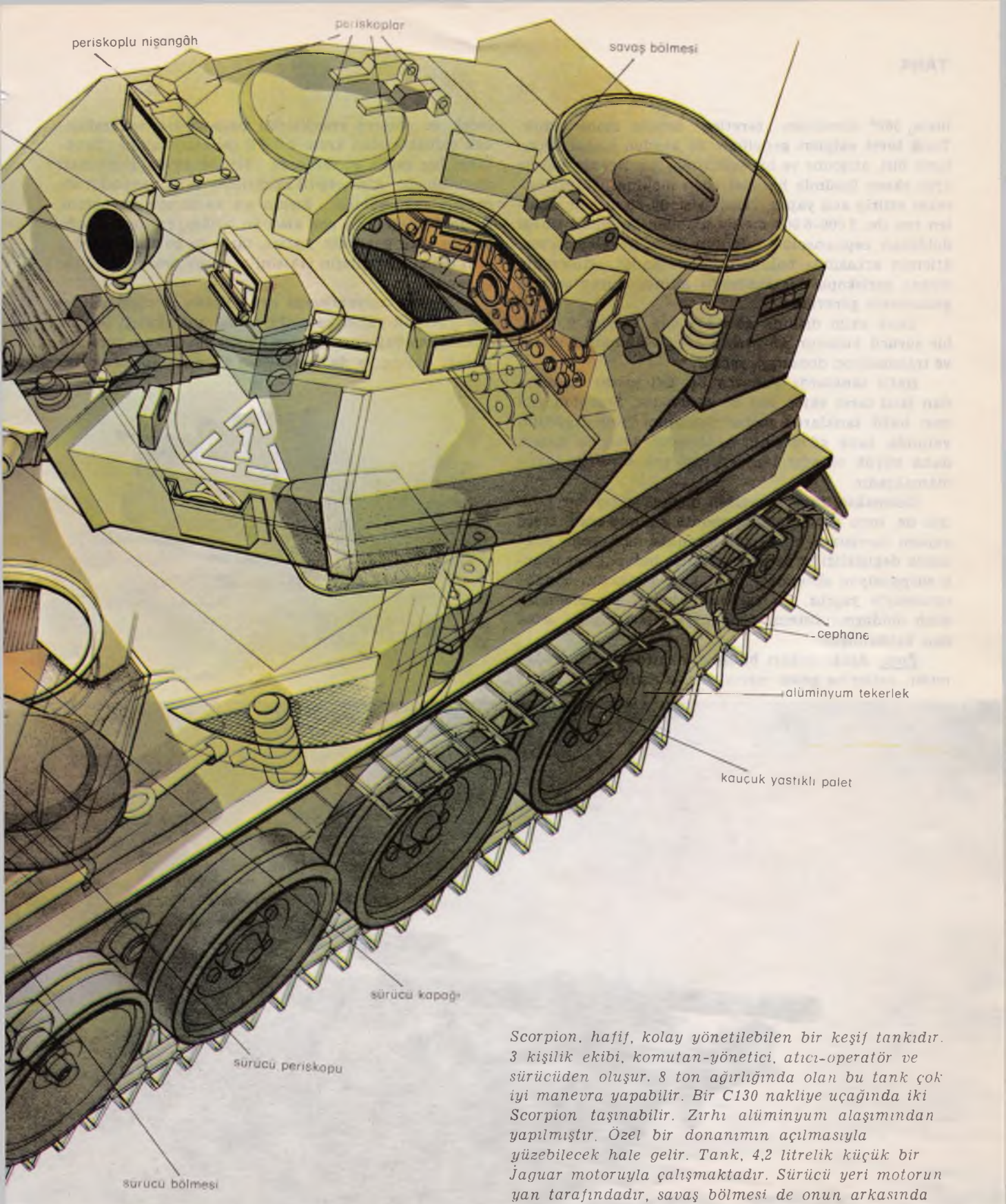
Uzaktaki hedeflere yapılan atışlarda isabet oranını artırma amacıyla kullanılabilecek bir başka donanım da, güdümlü füze rampalarıdır. Sözgelimi, A.B.D. M60A2 ve M551 Sheridan tanklarında,, Shillelagh güdümlü füzelerini atan füze rampaları bulunur.

Tankların hareket halinde etkili atış yapabilmeleri için silahlarının dengelenmesi gerekir. Sözgelimi, topa monte edilmiş iki cayroskopla, silah, belirli bir yükseklik ve kerterizde tutularak, tankın dönüşü ya da sarsılmasıyla hedeften sapması önlenir.

Tanklarda yerleştirme: Tanklarda silahlar çoğun-

Bir akarsu geçen 53 ton ağırlığındaki Chieftain tankı. (altta) 4,6 m derinliğe kadar olan suları geçebilen bu tankın hareket donanımı, 61 cm genişliğindeki paletler ile 12 çift tekerlekten oluşur. Paletlerin ağırlığı 4 363 kg'dır.


döner periskoplu komutan dürbünü
çok namlulu sis salıcı
örtülü far
(projektör)
pasif gece nişangâhı
7.62 mm'lik makinalı tüfek
76 mm'lik top
motor
ana far
transmisyon



Scorpion, hafif, kolay yönetilebilen bir keşif tankıdır. 3 kişilik ekibi, komutan-yönetici, atıcı-operatör ve sürücüden oluşur. 8 ton ağırlığında olan bu tank çok iyi manevra yapabilir. Bir C130 nakliye uçağında iki Scorpion taşınabilir. Zırhı alüminyum alaşımından yapılmıştır. Özel bir donanımın açılmasıyla yüzebilecek hale gelir. Tank, 4,2 litrelik küçük bir Jaguar motoruyla çalışmaktadır. Sürücü yeri motorun yan tarafındadır, savaş bölmesi de onun arkasında bulunur. Savaş bölmesinde iki kişilik ekip, 76 mm'lik topla 7,62 mm'lik makinalı tüfeğin iki yanında otururlar. Gece kullanımı için tank, farların üstüne takılan kızılaltı maskelerle etkisi artırılmış olan pasif görüntü güçlendirici periskopla donatılmıştır.

lukla, 360° dönebilen taretler üstüne monte edilir. Tank taret ekipleri genellikle üç kişiden oluşur. Bunların biri, atışçıdır ve bir teleskoplu nişangâhla top ile aynı eksen üstünde hareket eden makinalı tüfeği hareket ettirip atış yapar. İkinci kişi, 30-60 mermi alabilen top ile, 3 000-6 000 mermi alabilen makinalı tüfeği dolduran cephanecidir. Ekibin üçüncü elemanıysa, atıcının arkasında bulunan komutandır. Komutan, birkaç periskopla bir kubbenin altında durup çevreyi gözlemekle görevlidir.

Tank ekibi dışında gövde içinde, taretin önünde bir sürücü bulunur. Gövdenin arka bölümünde motor ve transmisyon donanımı yeralır.

Hafif tanklarda yalnızca üç kişi vardır. Bunlardan ikisi taret ekibi, biri de sürücüdür. Scorpion gibi bazı hafif tanklarda motor donanımı sürücü yerinin yanında, tank gövdesinin önündedir. Ama bu sistem, daha büyük ve ağır tanklar için pek elverişli sayılmamaktadır.

Geleneksel tank biçiminin dışında kalan bir tank tipi de, topu gövde üstüne monte edilmiş olan, İsveç yapımı taretsiz S-tank'tır. Bu tankta namlunun yükseklik değişikliği ya da ayarı,gövdede bulunan bir ayarlı süspansiyon sistemiyle, yan ayarı da tankın döndürülmesiyle yapılır. Bu tankta bulunan bir otomatik silah doldurma sistemi, cephaneci gereksinimini ortadan kaldırmıştır.

Zırh: Aşağı yukarı bütün tanklarda gövde ve taretler, üstlerine gelen mermilerin girişini engelleyebilecek ve onların enerjilerini çatlamadan soğurabilecek sertlikte olan krom-nikelli çelikten yapılır. Tankların hiç zarar görmeyecek ölçüde zırhla çevrilmesi olanaksızdır. Ama çeşitli saldırılara karşı dayanıklı olmaları sağlanabilir. Zırhın en kalın olduğu bölüm, düşman ateşini en çok alan ön bölüm, en ince olduğu yer de arka gövdedir. Ayrıca, taret ve gövde yüzeyleri, zırh delici mermilerin etkisini azaltma amacıyla eğimli yapılır.

Tankın taşıyabileceği zırh miktarı, toplam ağırlığın yaklaşık yarısı kadardır ve tankın ağırlığı ile büyüklüğüne bağlıdır. Toplam ağırlık da, aracın yere yapacağı basınç ya da köprülerin taşıma kapasitesi ne-

deniyle kısıtlıdır ve en çok 50 ya da 60 ton olabilir. Bu sınırlar içinde ön bölümdeki zırhın kalınlığı 120 mm'ye kadar çıkarılabilir, ama öteki bölümlerin çok daha ince olması gerekir.

Taretler, biçimleri ve büyüklükleri nedeniyle bütün olarak dökülmezler. Gövdelerse, genellikle birçok demir ve çelik levhanın birleştirilip kaynatılmasıyla yapılır. Ama bütün olarak dökülen tank gövdeleri de vardır.

Scorpion ve M551 Sheridan modern hafif tanklarının zırhları, alüminyum alaşımlarındandır ve çelik zırhlardan çok daha hafiftir. Ne var ki, hafif tankların zırhları, ne kadar güçlü olursa olsun, büyük savaş tanklarının dayanabildiği yüksek etkili mermilere dayanamazlar.

Motor ve transmisyonlar: Bazı tanklarda benzin motorları vardır. Buna karşılık, tankların büyük çoğunluğunda, yakıt tüketimi düşük olan, yani belirli bir yakıt kapasitesiyle daha uzun operasyon menzili sağlayabilen dizel motorları kullanılmaktadır. Tipik bir savaş tankının dizel yakıt kapasitesi 1 000 lt'dir ve tank bu yakıtla 600 km yol alabilmektedir. Ancak, engebeli ve yumuşak arazide bu mesafe biraz daha kısalmaktadır.

Tanklarda genellikle 12 silindirli, 500-800 beygirgücünde motorlar bulunur. Bu güçte bir motor, 40-50 tonluk bir tankın, yumuşak olmayan bir yolda saatte 60 km hız yapmasını sağlar. Son yıllarda bazı tanklarda deneysel amaçlarla 1 500 beygirgüçlük motorlar kullanılmış, hattâ bazı türlere en büyük yol hızlarını değil de, ivmelerini artırma amacıyla gaz türbinleri monte edilmiştir. Ama bu türbinlerin yakıt tüketimleri, dizel motorlarınınkinden çok fazladır. S-tank'taysa, normal yollarda kullanılan dizel motoru, bir gaz türbiniyle desteklenmiştir. Bu türbin, yalnızca yüksek güç gerektiren operasyonlarda kullanılmaktadır.

Tank motorlarının ürettiği güç, paletlere, ilke olarak öteki araçlardaki aktarma organlarına benzeyen, çokdişli transmisyonlarla aktarılmaktadır. Ama paletli araçlar, tekerlekliler gibi yöneltilemediklerinden,tank transmisyonu, yalnızca aracı hareket ettirmede değil, ona yön vermede de kullanılır. Başka bir deyişle, paletli araçlar, dönen tekerlekler yardımıyla değil, paletlerin, verilen farklı güçler sonucu, farklı hızlarda

İkinci Dünya savaşının sonlarında kullanılmış olan Cromwell adlı İngiliz tankı 6,3 m'ye kadar sıçrayabiliyordu. (solda)

38 tonluk İsveç Stridsvagh 103 A tankı. (altta solda) Taretsiz olan bu tankta top (105 mm'lik L74 topu) gövdeye monte edilmiştir. Top, tankın hidro-pnömatik süspansiyon sistemiyle alçalıp yükseltilmektedir.

İki tane 3 namlulu sis salıcı, bir 7,62 mm'lik makinalı tüfek ve bir de 76 mm'lik topla donatılmış, 8 ton ağırlığında bir Scorpion tankı. (altta sağda)

hareket etmesiyle yön değiştirir.

Tahrik donanımı: Her palet, dişli bir çark (cer dişlisi) tarafından çalıştırılmaktadır ve pimle bağlı 100 ya da daha çok sayıda dökme ve dövme çelik baklalardan oluşur. Paletlerde pimler, genellikle doğrudan doğruya baklalar arasına girer; ama günümüzde, metalin metalle sürtüşmesiyle yıpranmayı önleme amacıyla kauçuk kaplı pimler de kullanılmaktadır. Bazı tank türlerindeyse, paletlere, yolların bozulmasını önlemek için kauçuk tabanlar takılır.

Paletler, tankın yere yapacağı basıncı dağıtma ve yumuşak arazide hareket özelliğini geliştirme amacıyla, olabildiğince geniş yapılır. Bununla birlikte, paletlerin genişliği, tankla orantılı biçimde artırılamaz ve büyük savaş tanklarının yere yaptığı basınç 0,8 ile 0,9 kg/cm² arasında değişir. Scorpion gibi hafif tankların yere yaptığı basınçsa yalnızca 0,35 kg/cm² kadardır. Bu tür hafif tanklar, üstünde yürünmesi bile güç olan yumuşak arazilerde hareket edebilirler.

Tankın ağırlığı, sayıları iki yanda da dört ile yedi arasında değişebilen tekerlekler aracılığıyla, önce paletlere, sonra da yere aktarılır. Tekerlekler dolgu lastikli ve serttir. Genellikle teker teker, gövdeye bağlı dingillere geçirilmişlerdir. Bunlar ayrıca, gövde içinde enine bağlanmış burulma yaylarıyla bağımsız olarak yaylanırlar. Chieftain ve ilk Centurion tanklarının tekerlekleri çifter çifter takılmış ve süspansiyon, sustalarla (sarmal yaylar) sağlanmıştır. S-tank ve bazı deneysel tanklar, daha yumuşak olan hidro-pnömatik süspansiyonlarla donatılmışlardır. Hidro-pnömatik süspansiyon sistemi, ayarlı olabilmekte ve tankın belirli sınırlar içinde yükselip alçalmasını, yana kaymasını ve burun kaldırıp indirmesini sağlamaktadır. S-tank'ta bu sistem, topun hedefe yöneltilmesinde de kullanılmaktadır.

Tankın arazideki hızı, ekibin sarsıntılara dayanıklılığıyla kısıtlı olduğundan, süspansiyon (amortisörler) özelliklerinin hız üstündeki etkisi, motor gücü etkisinden daha fazladır. Nitelikli amortisörler bile tankın engebeli arazide fazla hız yapmasını sağlayamaz. Engebeli arazide bir tankın sarsıntı ve sıçramalarını en aza indirmek için, gövdenin uzun yapılması gerekir. Ama uzun gövde, tankın yöneltilmesini zorlaştırdığından, tankların boyları ile genişlikleri arasındaki oran genellikle 1'e 1,5 dolayında tutulur.

Tankların açık arazideki operasyonları sırasında, köprü bulunmayan akarsuları geçmesi gerekebilir. Bu tür geçişler üç biçimde yapılır. Suyun derinliği 1-2 m kadarsa tank, hiç bir hazırlık yapmadan karşıya geçebilir. Karoseri ve tareti, bu gibi durumlar öngörülerek sızdırmaz yapılmıştır. Daha derin sulardan geçmek gerektiğinde, bazı tür tanklar, amfibik olduklarından ya da içlerinde, onları amfibik hale getirecek donanım bulunduğundan, yüzdürülür. Sözgelimi S.S.C.B. yapımı PT-76 keşif tankı, suda yüzebilecek biçimde yapılmış ve suda saatte 10 km hız sağlayabilecek güçte iki sujet motoruyla donatılmıştır. Scorpion ve S-tank'larındaysa taşınabilir yüzme donanımları bulunur. Bunların açılması ve paletlerin çalışmasıyla su üstünde saatte 6-7 km'lik bir hızla yol alabilirler.

Ağır tankları yüzebilecek hale getirmekse, çeşitli bakımlardan elverişli değildir. Ağır tanklar, çok derin olmayan sularda, su içine girip dipten yol alırlar. Su geçirmeyecek biçimde kapanabilen bu tanklar 5-6 m derinliğe kadar girebilirler. Su altında, ekip ve motor için gerekli olan hava, taretin üstünden çıkıp su yüzüne uzanan bir şnorkelle sağlanır.

TARAK, YÜZER

Yüzer taraklar, limanlardaki, kanallardaki ve suyollarındaki aşırı çamur ve kum birikintilerini temizlemeye yarayan kazı makinalarıdır. Günümüzde yüzer tarakların başka işlevleri de vardır. Denizi doldurmak için malzeme taşınması, inşaat için kum ve çakıl toplanması, deniz yataklarında elmas, kalay, altın ve öteki madenlerin aranması, bunlardan bazılarıdır.

Yüzlerce yıl önce deniz dipleri elle taranıyordu. Modern yüzer tarakların öncüleri XVII. yüzyılın ortalarında geliştirildi ve buhar makinasının bulunmasına kadar hayvan gücüyle çalıştırıldı. 1900 yılında kova ve kepçe tipi taraklar kullanılmaya başlandı. Günümüzdeyse taraklar için başlıca enerji kaynağı DİZEL MOTORU'dur. Motorlar, ya doğrudan makinaya bağlıdır ya da elektrik üreten bir jeneratörü çalıştırırlar (Bk. DİNAMO).

XX. yüzyılda yüzer tarak teknolojisinde iki önemli gelişme olmuştur. Birincisi, KADASTRO tekniklerinin ve elektronik NAVİGASYON aygıtlarının ortaya çıkarılmasıyla deniz dibi taramacılığının çok daha duyarlı bir işlem haline getirilmesidir. İkincisi de emme yönteminin, öteki yöntemleri aşağı yukarı bütünüyle ortadan kaldırmasıdır.

Kalay madeninde kullanılan 2 800 ton ağırlığında ve 120 m uzunluğunda bir yüzer tarak. (üstte) Merdiven, halatlar yardımıyla, taranacak maddeye doğru indirilir ya da yükseltilir.

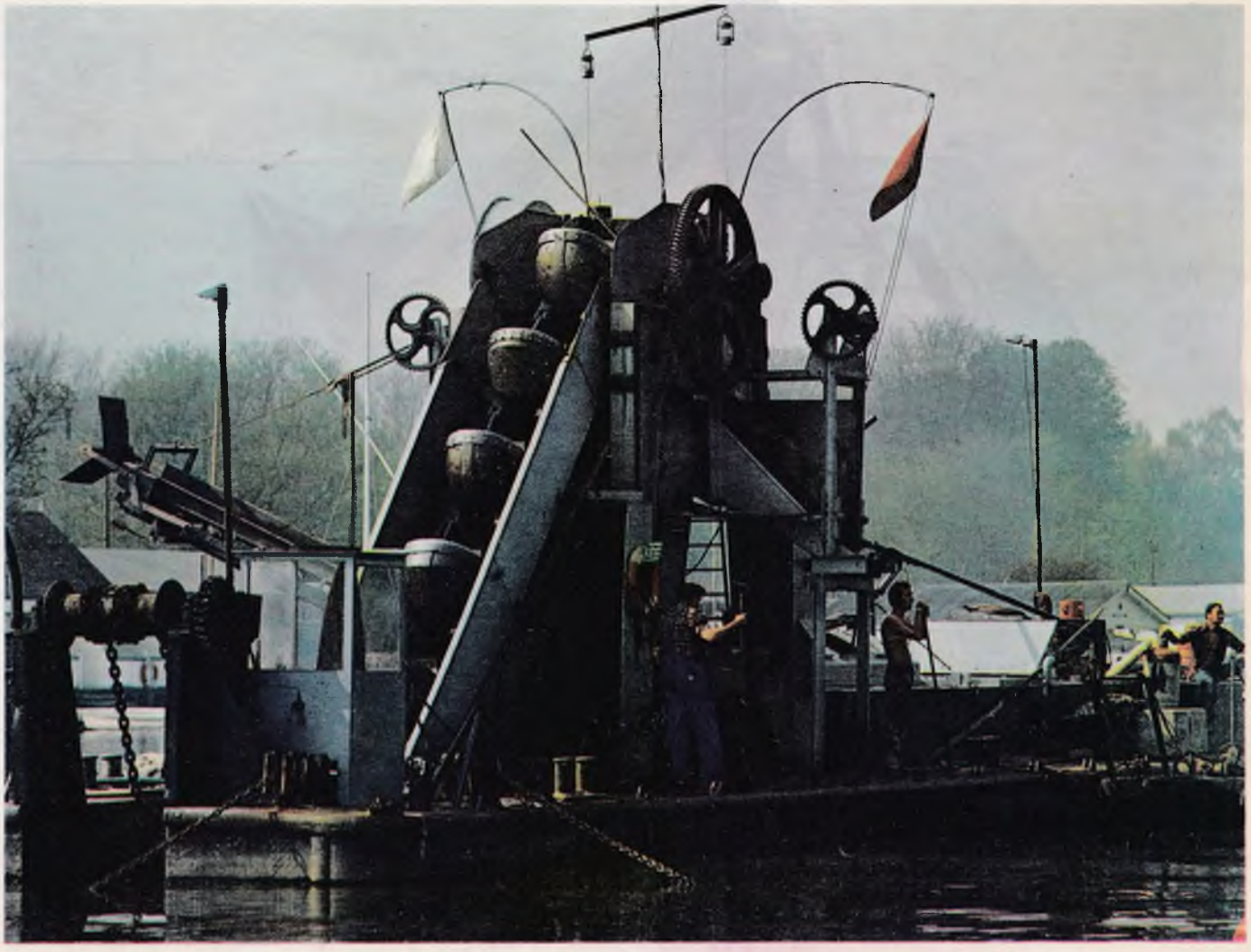
Kovalı taraklar: Yıllar boyu en çok kullanılan tarak türü olan kovalı tarak,günümüzde de kullanılır.Bu araç temelde, zincir ve kovadan oluşan bir KONVEYÖR'e dayanır. Kovalar,"*merdiven*" denilen bir çerçeve içinde yukardan aşağı doğru dizilmişlerdir. Bu merdiven hidrolik olarak istenilen açıda indirilir ya da yükseltilir. Kovalı tarak genellikle kendinden tahrikli değildir ve tarama bölgesine, bir römorkör tarafından çekilmek zorundadır. Bu tarağın yanında bulunan boru biçimli uzun bir araçtan, denizden toplanan madde dışarı atılır. Kovalı tarak denize atılan demirle yerinde durur ve bir çapanın alınıp ötekinin salınmasıyla, tarama bölgesinde sınırlı biçimde hareket ettirilir. Kovalı tarakların en büyük sakıncaları, kanallarda kullanıldıkları zaman ticaret yollarını kapamalarıdır.

Kepçeli taraklar: Kepçeli taraklar, kovalı taraklardan daha kolay hareket ederler. Bu taraklar ayrıca, dar yerlerde ve kıyıya yakın bölgelerde de çalışabilirler. Bunların bazıları kendinden tahriklidir ve kendi boşaltma kovaları vardır. Taşıdıkları maddeleri boşaltma bölgesine kendileri ulaştırabilirler.Deniz dibinin taranması sırasında, baştan ve kıçtan atılmış demirlerle yerlerinde tutulurlar. Manevra yapmalarını sağlayan da,güvertedeki vinçler ve maçunalardır. Kepçeli taraklara genellikle, temizlenen malzemeye karşı dengenin sağlanması için dibe kadar uzanabilen bacaklar eklenir.

Emici taraklar: Tümü santrifüj pompalardan yararlanan birkaç tür emici tarak vardır. Santrifüj pompanın çarkı dönerek, bir boruyla dipten suyu ve katı maddeleri çeken emme hareketi yaratır. Borunun ağzı çarkın merkezindedir ve pompanın boşaltma ağzı da gövdenin (salyangoz) çevresindedir. Bazı taraklarda tümü birden çalışan birden çok pompa vardır. Boru, ek yerleri sızdırmaz bağlantılarla kapanarak, esnek hale getirilebilir.

Temizlenecek madde yumuşak ve taneliyse (kum gibi)herhangi bir işlemden geçirilmesi gerekmez. Ama sert maddelerin söz konusu olduğu uygulamalarda,emiciye,kesici, kavrayıcı ve kazıcı araçlar eklenir. Bu araç-

Kanallardan ve akarsu diplerinden çamurları temizlemeye yarayan kovalı tarak. (altta) Bu tarak, çapayla, belirli ölçüde hareket ettirilebilir.



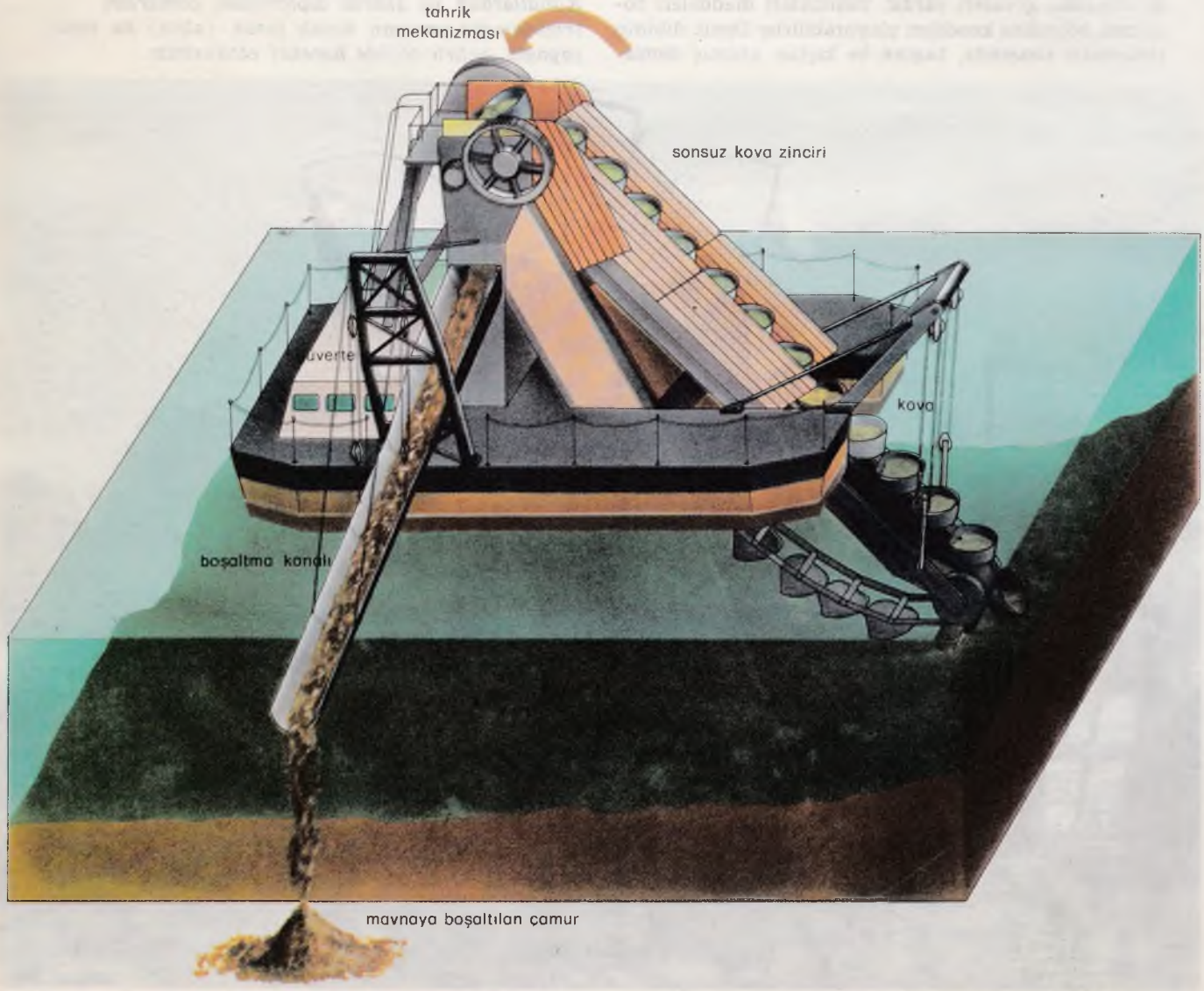
lar maddelerin kırılmasını ya da kazılmasını sağlarlar. Emici borunun ucu, sert maddenin kırılır kırılmaz emilmesi için, mekanik aracın hemen yanına yerleştirilir.

Emici, özel bir tekneye yerleştirilir, kavrayıcı kol da bunun altına monte edilir. Kesici başlı tarakta, merdiven bölümünün sonunda döner bir kesici vardır. Kesici gerekli yeri kesince, emici, bu maddeyi alır.

Bazı emici taraklar, sığ sularda dengeyi sağlayıcı ayaklarla donatılır. Bazı taraklarda da gemiden boşaltma alanına kadar uzatılabilen borular vardır. Taraklardaki oluklarla,kenarda bekleyen mavnalara artık maddelerin boşaltılması da olanaklıdır. Deniz doldur-

Kepçeli tarak, çalışma sırasında. (üstte) Tarak, temelde, bir mavnaya monte edilmiş dizel motorlu bir vinçle çalışan kepçelerden oluşmaktadır.

Hareketsiz kovalı tarak. (altta) Bu taraklarla su yüzeyinin hemen üstündeki alanlar da temizlenebilir. Ancak alt milin, aşırı ısınmaya karşı su içinde tutulması gerekir.



Bir emici tarak. (altta) Bu tür taraklar genellikle kumların ya da çakılların temizlenmesi amacıyla kullanılırlar. Emici başın çevresindeki yüksek basınç delikleri, yığının kenarlarını keser. Çıkarılan çamur, doğrudan doğruya mavnalara ya da karaya boşaltılır.

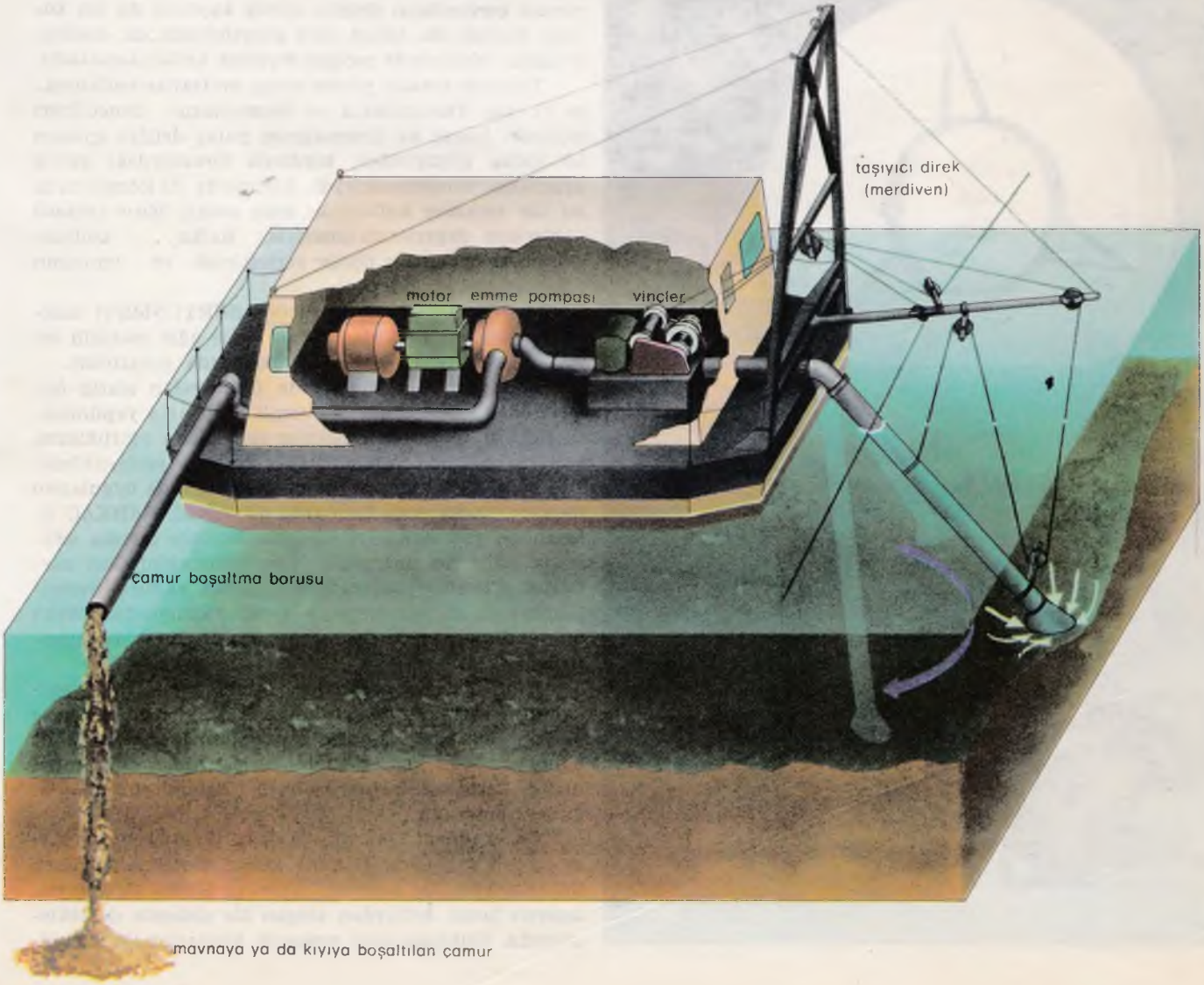
ma çalışmasında kullanılan emici tarak, toprağı deniz dibinden emip, doldurulacak alana fırlatabilir. Emme çalışması sırasında toprakla birlikte emilen su, bir oluk aracılığıyla dışarı atılır. Oluğun ya da borunun dibinde de katı maddeler birikir.

Büyük modern tarakların temizleme kapasiteleri 12 000 ton kadardır. Yakın bir gelecekte 30 000 ton kapasiteli tarakların yapılması beklenmektedir.

TARTILAR

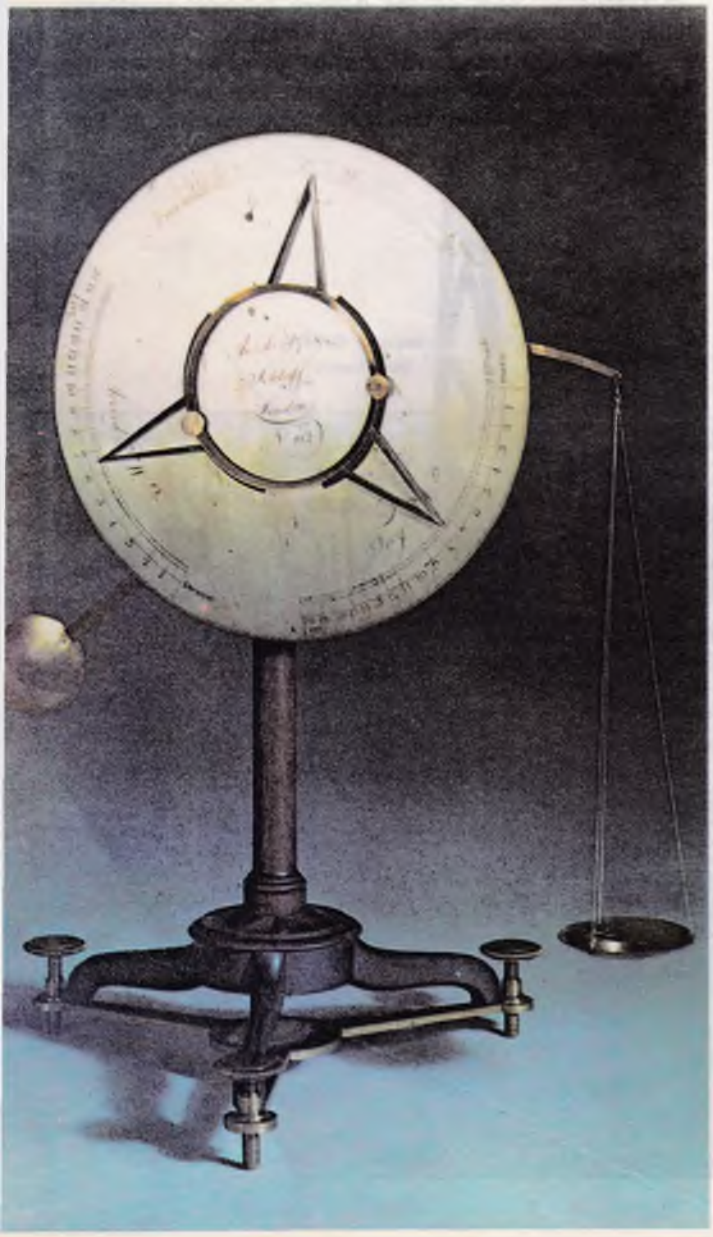
Ağırlık merkezinden asılan bir çubuğun, bilinen ve bilinmeyen ağırlıklarla dengelenmesi, ilk çağlardan bu yana uygulanan ve günümüze kadar süregelen bir yöntemdir. Günümüzde bu yöntem, hem yalın tartılarda, hem de çok duyarlı bilimsel aygıtlarda hâlâ yararlı olmaktadır (Bk. TERAZİ).

İlkel tahta terazilerde mafsallar, kolun ortasındaki ve iki ucundaki deliklerden geçirilen kordonlardan oluşurdu. Bu delikler tam yerinde açılmadığı ve kor-



Bir tür kantarla balya tartan iki adam. (solda üstte) Resim, 1533 yılında Nürnberg'de yayınlanmış bir yapıtın kapak sayfasından alınmıştır. Bu tür tartılarda hile yapmak çok kolaydı.

Altın paraları tartmak için 1800'de yapılmış bir terazi. (solda altta) 30 cm yüksekliğindeki terazinin üç ibresi ve üç ölçeği vardı. Tartılan para, yerçekimi etkisiyle bir sarkacın ağırlığı ile karşılaştırılıyordu.



donlar deliklerin içinde hareket ettiği için, teraziler hiç duyarlı değildi. Mısırlılar bu sorunun üstesinden gelmek için kordonları, çubuğun ucundan çıkacak biçimde yerleştirdiler. Bu durumda kollar, altları yontularak dengelenebiliyordu. Üstelik, terazi yüklendiği zaman kordonların deliğin içinde kayması da söz konusu değildi. Bu terazi türü yüzyılımızda da, özellikle Doğu ülkelerinde yaygın biçimde kullanılmaktadır.

Terazide kordon yerine metal mafsallar kullanmayı ilk kez Yunanlıların ve Romalıların denedikleri söylenir. Ancak bu denemelerde, yatay deliğin içinden bir halka geçtiğinden, kordonlu terazilerdeki yanlış uygulama yinelenmekteydi. Avrupa'da da Rönesans'ta bu tür teraziler kullanıldı; ama sonra, Mısır terazisi ilkelerinin değerlendirilmesiyle, halka, kolların ucundaki uygun bir deliğe yerleştirildi ve terazinin olumsuz özelliği giderildi.

Modern tartıların tarihçesi: SÜRTÜNME'yi azaltıp boyutsal duyarlılığı artıran bıçak ağzı mafsallı terazi kolları, XVI. ve XVII. yüzyıllarda geliştirildi.

XVII. yüzyılın sonlarında Roberval'ın *statik bilmece* kavramı, tartılarda önemli bir aşama yapılmasını sağladı ve tartılan cisimler ile bilinen ağırlıkların, kolların üstünde yeralan yatay kefelere yerleştirilmesini olanaklı kıldı (bu, bakkal terazilerinde uygulanan ilkedir). Daha önce Leonardo da VİNCİ, SARKAÇ ilkesinden yararlanmayı önermiş, böylece tartma sırasında ağırlığın doğrudan okunabileceğini ileri sürmüştü. Önerdiği sistemde, ağırlıkları kaldırıp yerleştirmeye ya da kaydırmaya gerek kalmıyordu. Bütün bu yenilikler, ancak XIX. yüzyılda İngiltere'de birleştirilebildi.

XX. yüzyılın başlarında terazi yapımcıları, sarkaç ile Roberval'ın sistemini ve XIX. yüzyılda Fransız Joseph Beranger adındaki yapımcının gerçekleştirmiş olduğu sağlam yapı düzenini birleştirdiler. Günümüzde de, kadranlı tartılarda aynı sistemlerin bileşimi kullanılmaktadır.

Öteki tipler: 1743 yılında John Wyatt yeni bir tartı modeli geliştirdi. O güne kadar, tartılmak istenen nesneler teraziye asılıyor, Wyatt'ın KANTAR'ındaysa, taşıyıcı tabla, kollardan oluşan bir sistemle destekleniyordu. Günümüzdeki mekanik kantarlar ile baskül-

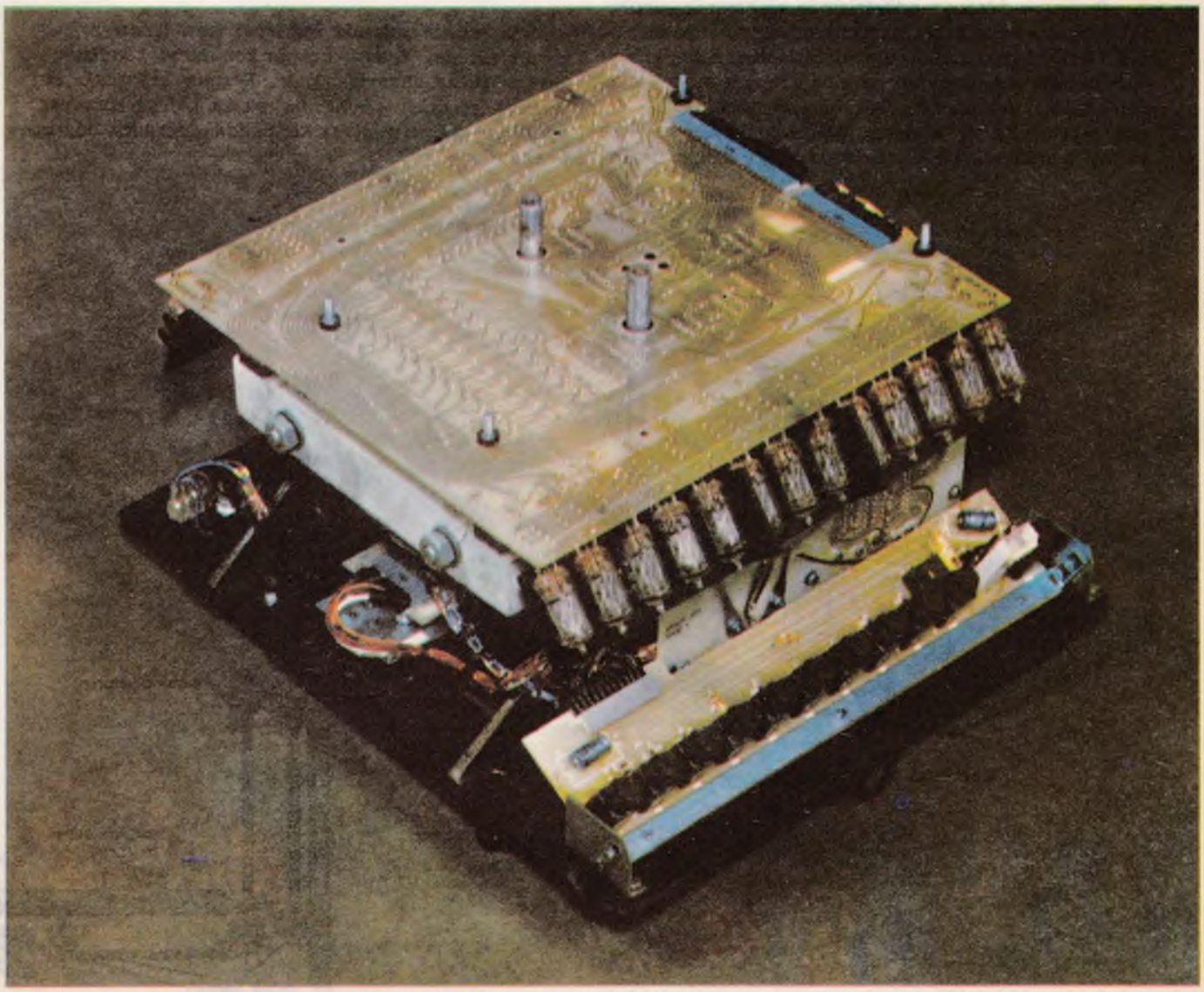
ler de aynı ilkeye göre çalışır. Wyatt'ın kantarında, tartılan cisimleri dengelemek için orantılı ağırlıklar kullanılıyordu. Ama kullanılan yöntem pek duyarlı değildi.

Kantar sistemi, XIX. yüzyılda, orantılı ağırlıkların yerine iki ya da daha çok sayıda, kaydırılan denge ağırlığı kullanılmasıyla geliştirildi. Yüzyılın sonuna doğru da, ağırlığı doğrudan gösteren sistemlere ilgi duyulmaya başlandı. Bu modellerin en başarılı olanlarından biri, su dolu bir kabın içindeki asılı ağırlıkla dengelenen *hidrostatik* göstergeydi. Tabla yüklendiği zaman, dengeleyici ağırlığa bağlı bir kol dönüyor ve ağırlığı suyun dışına çıkarıyordu. Denge ağırlığının kaldırma kuvvetinin azalması nedeniyle ağırlığı artınca, yük dengeleniyor ve sistem bu durumda kalıyordu. Kola bağlı bir zincir de, bir silindiri, dolayısıyle de ibreyi hareket ettiriyordu.

XX. yüzyılın başında sarkaçlı sistem, endüstride kullanılan ağırlık ölçme aygıtlarına uygulandı. Uygun bir dişli sistemiyle, ibrenin 360 derece dönmesi sağlandı. Bir dizi orantılı ağırlık yardımıyla, gösterge belirli derecelere bölündü. Bu türden ibreli baskül ve kantarlar, kollu terazilerden en az iki kat duyarlı hale geldi. Modern araçlarda orantılı ağırlıklar, otomatik olarak eklenir ve çıkarılır. Böylece tartı, herhangi bir ayarlamaya gerek kalmaksızın, ağırlığı kendiliğinden gösterir.

Yukarda sözü edilen aygıtların tümü, bilinmeyen bir ağırlığı, bilinen bir başka ağırlığa karşı dengeleme sistemine göre çalışır. Bir başka yöntem olan *yaylı terazi*deyse («dinamometre» de denir), yayın, asılan yü-

Streyngeyçli bir kuvvet transdüktörüyle çalışan elektronik terazi. (altta) Baskılı devrenin görünmesi için aygıtın kapağı çıkarılmıştır. Ön planda fiyatı yazan düğmeler ve sayıları gösteren lambalar görülmektedir.



ke göre uzamasından yararlanılır. Bu uzama, ya doğrudan doğruya ya da uygun bir düzenek aracılığıyla şiddetlendirilerek, dairesel bir ölçekten okunur. Bu türden tartı örneklerine XVII. yüzyıldan kalma yapıtlarda da raslanılmaktadır. Yaylı tartıların duyarlılığı, başlangıçta öteki türlerinkinden daha azdı. Ancak, sonradan malzeme bilimi, sıcaklığın ve *histerezis*in (etkinin, neden ortadan kalktıktan sonra da sürmesi) etkisini azaltarak, yaylı terazilerin de sarkaçlı ve göstergeli sistemler kadar duyarlı olmasını sağladı.

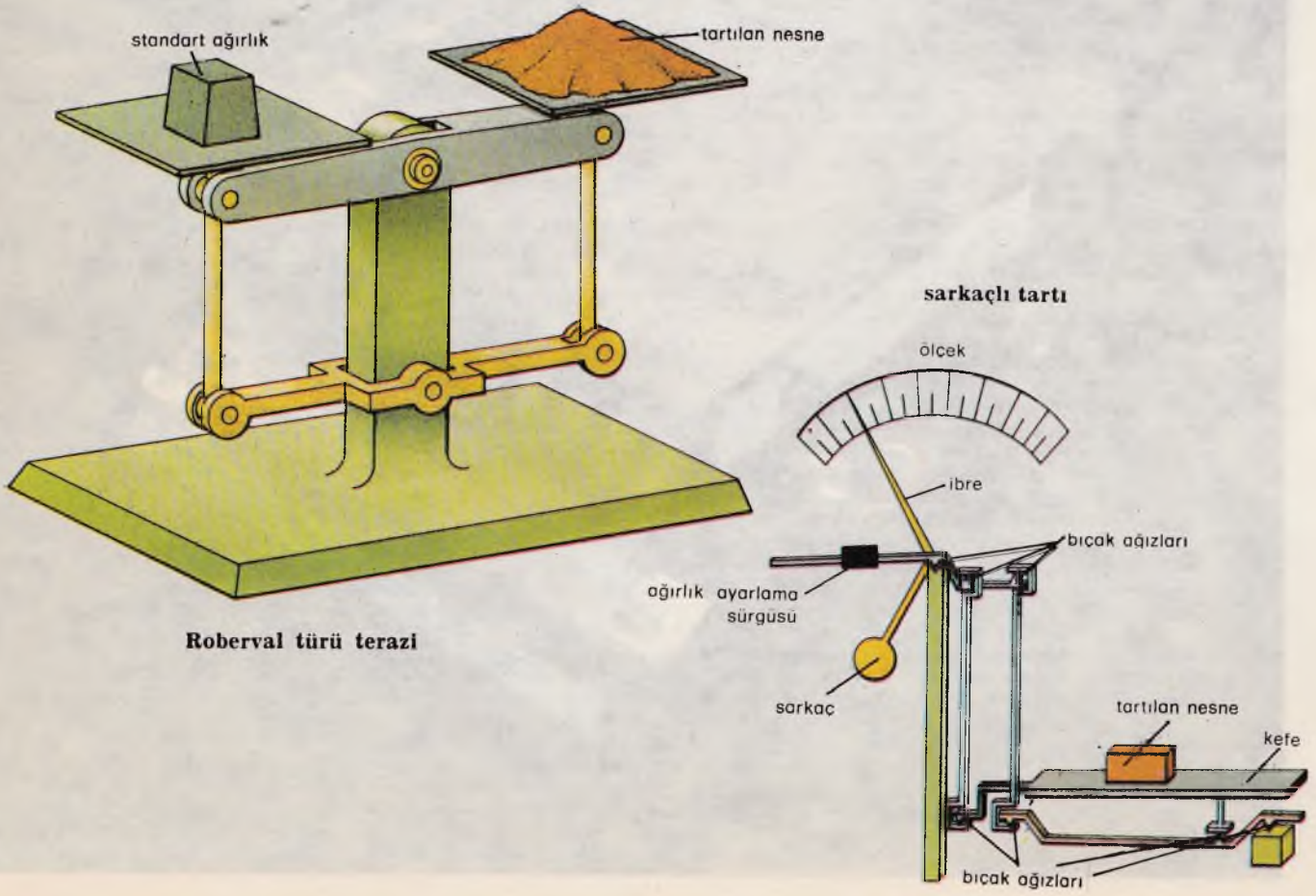
Elektronik tartılar: Elektronik teknolojisinin son yirmi yıldaki hızlı gelişmesi, tartılarda önemli değişikliklere yolaçtı. Önce TRANSİSTÖR'ün, daha sonra da ENTEGRE DEVRELER'in yapılması, eldeki sistemlerin daha da geliştirilmesini ve yenilerinin bulunmasını olanaklı kıldı. Entegre devre, çok az elektrik tüketerek, karmaşık işlevleri büyük bir hızla gerçekleştirir. Elektronik tartılarda elde edilen sinyaller, ağırlığı göstermenin yanı sıra, malların fiyatını hesaplayıp kartlara basmak gibi görevleri de yerine getirir.

Besin maddeleri endüstrisinde elektronik tartıların kullanılması, süpermarketlerde satılan paketlenmiş yiyeceklerin tartılması ve fiyatlandırılması açısından yararlı olmuştur. Bu makinaların ilk modellerinden birinde, «statik bilmece» türü bir düzenek ile bir yay yeralır. Yayın uzaması, ağırlıkları gösteren ibre yerine, kodlanmış bir diski döndürür ve diskin üstündeki işaretlere göre, bir ışık kaynağı, fotoselli bulucuları çalıştırır (Bk. SAYILAŞTIRMA AYGITI). Her ağırlığın kendine özgü bir kodu vardır. Kodlayıcıdan gelen sinyaller, gerilim terminalinde, gerilimin varlığı ya da yokluğuyla belirlenir. Bu türden on terminal bulunduğundan, 1 024 ağırlık değeri elde edilebilir.

Uygun devreler aracılığıyla bu sinyaller, sayıları belirten göstergeleri çalıştırır. Ağırlık sinyalleri ayrıca, o madde için birim fiyatı gösteren sayıyla çarpılır ve sonuç ya gösterge tablosunda yazılır ya da karta basılır. Çarpmanın bir yolu, art arda toplamaktır. x sayıda sinyal bloku bir sayıcıya iletilir ve her blokun içinde *y* kadar sinyal yeralırsa, *x* sayıda blok iletildiği zaman, sayıcıda *x* ile *y*'nin çarpımı toplanır; *x* ağırlık, *y* de birim fiyatsa, sonuç malın fiyatıdır.

Bir başka elektriksel TRANSDÜKTÖR'se, yüklendiği zaman üstünde gerilim oluşan malzemelerle yapılır. Yükle orantılı olan gerilim, elektrik direnç *streyngeyç*leriyle (uzama telleri) algılanır. Birkaç duyarlı

Alttaki resmin solunda Roberval türü terazi görülmektedir. Ağırlık nereye konulursa konulsun, kefeler yatay durumda kalır. Resmin sağındaki de sarkaçlı tartıdır. Ağırlık, bir başka kefeye standart ağırlıklar eklemeye gerek kalmadan, doğrudan doğruya okunabilir.



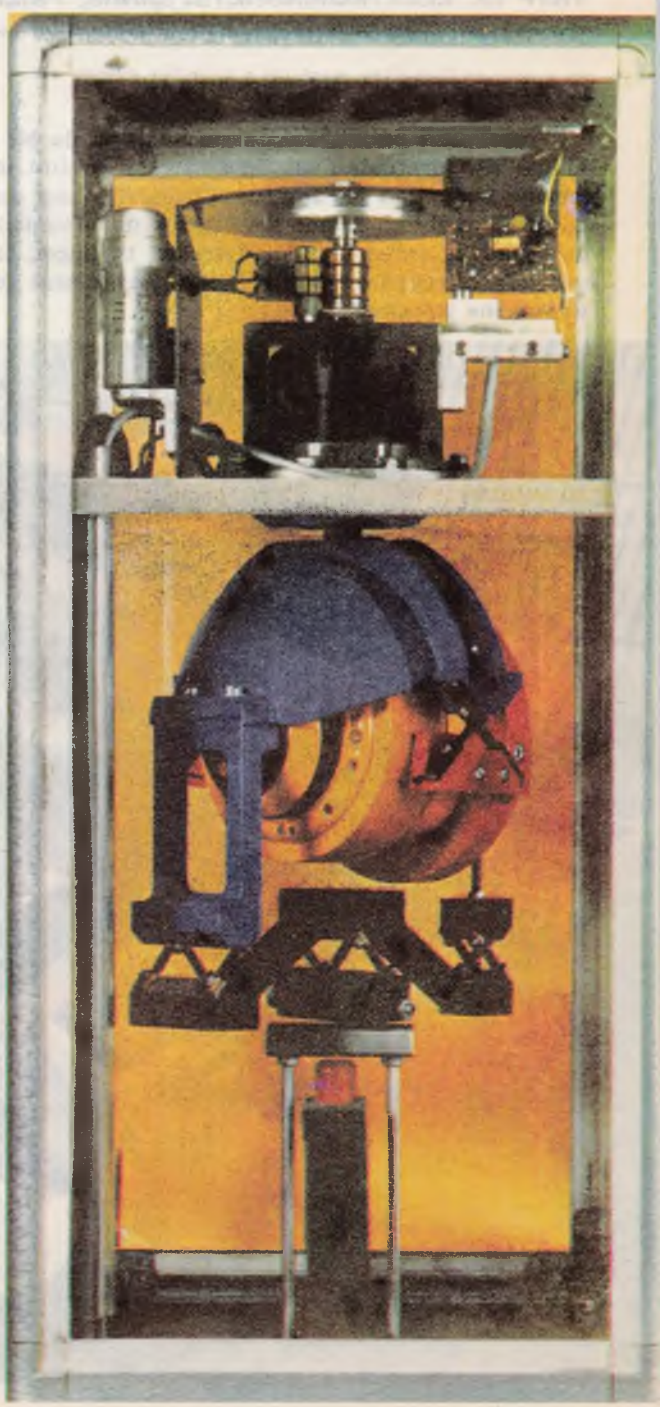
Roberval türü terazi

streyngeyç uygun biçimde bağlanır ve yükle orantılı bir çıkış gerilimi elde edilir. Böyle bir sisteme «*kuvvet transdüktörü*» adı verilir. Kantar tablalarının altında, bu türden birkaç hücre bulunur; bunlar, yükü simgeleyen sinyalleri oluştururlar.

Kuvvet transdüktörlerinden gelen zayıf sinyal, SAYISAL OKUMA AYGITLARI'na iletilmeden önce yükseltilir. Analog sinyallerin sayısal sinyale dönüştürülmesinde çeşitli yöntemler uygulanır. Bunlardan biri, ağırlık gerilimini yükseltip, bu yükseltilmiş gerilimi bir direnç öğesinden geçirmek ve oluşan akımı, bilinen ve ayarlanabilen bir başka akımla karşılaştırmaktır. Dengeleme akımı elektronik anahtarlarla ayarlanır. Bu anahtarları, gerekli akım miktarını algılayan duyarlı yükselticiler çalıştırır. Denge durumu sağlandığında, anahtarlardan bazıları açık, bazıları da kapalı haldedir. Her anahtar bir öncekinin iki katı akım geçirdiğine göre, anahtarların durumu, ağırlık sinyalinin sayısal simgesidir. Bu yöntem, ağırlıktaki değişmeleri de değerlendirir.

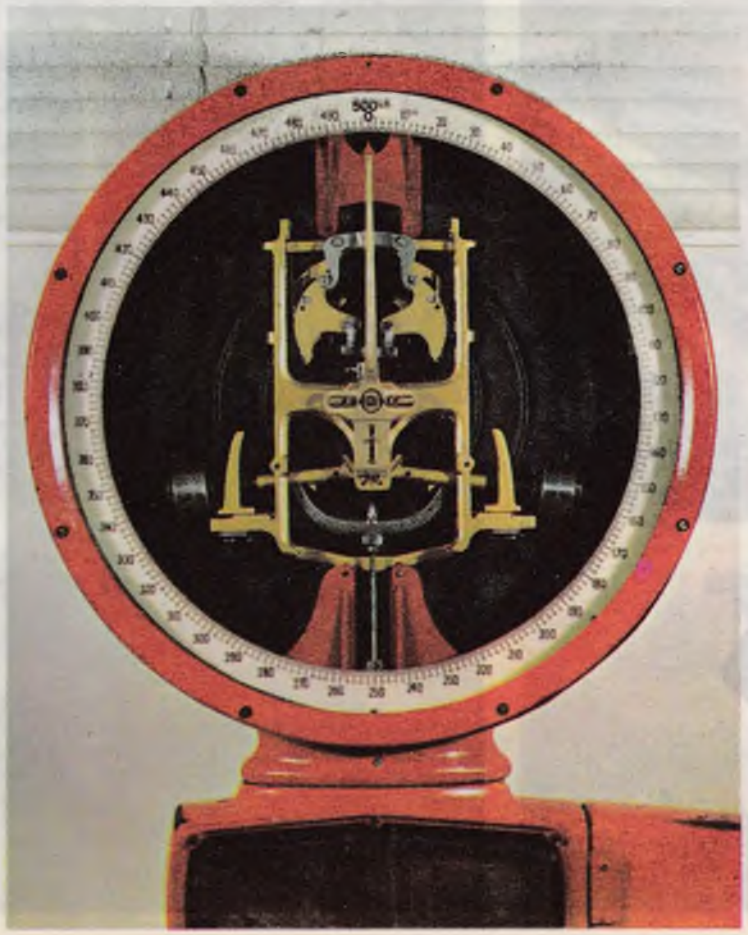
Sayısal ağırlık sinyali elde edilince, istenirse birçok aritmetik işlemi yapılabilir. Sözgelimi, kutuların ağırlık merkezi işaretlenebilir.

Bir başka yöntem de, ağırlığın kısa zaman aralıklarıyla birçok kez saptandığı *çift rampa* yöntemidir. Değişik uygulamaları olan bu yöntemde temel ilk belirli bir zaman aralığı içinde ağırlıkla orantılı olarak



Cayroskopla çalışan bir elektronik aygıt. (sağda) Cayroskopu aşağı doğru etkileyen kuvvet, orantılı bir dönme hareketine dönüşür ve ölçmeyi sağlar.

Çift sarkaçlı tablalı Avery terazisi. (altta) Alttaki çubuğun aşağı doğru çekmesi, çelik şeritler ve çubuklarla sarkaçlara iletilir ve gösterge ibresi döner.



artan gerilimin varlığına dayanır. Bu gerilimin sıfıra indirilmesi için geçen zaman da, doğrudan doğruya ağırlıkla orantılıdır. Zaman aralıklarını gösteren sinyaller yardımıyla, çıkışta, bir sayısal sinyal elde edilir.

TAŞBASKI Bk. LİTOGRAFİ

TAYF Bk. ELEKTROMAGNETİK IŞINIM; PRİZMA

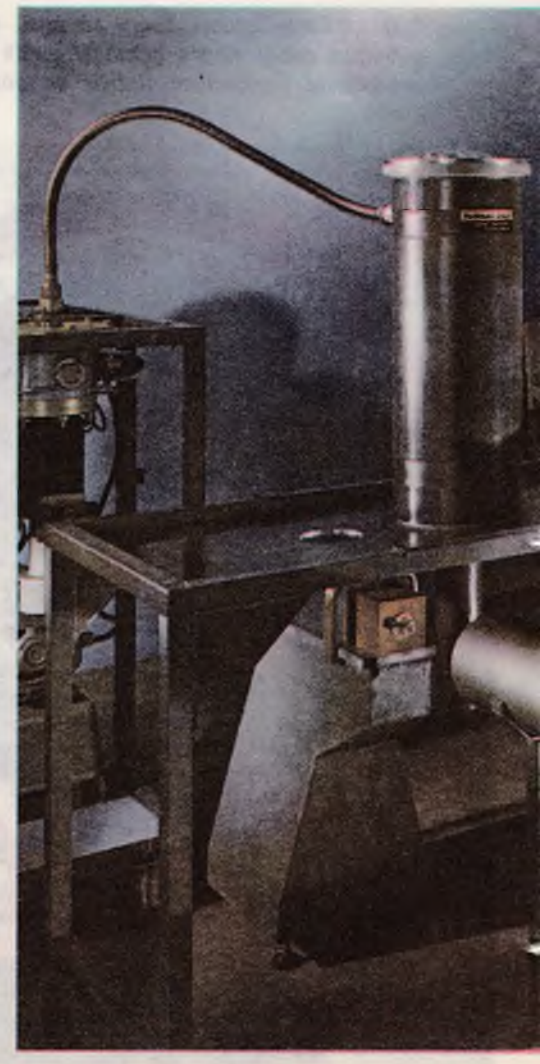
TAYFGÖRÜR VE TAYFÖLÇER

Tayfgörür, bir PRİZMA tarafından ya da bir bükülüm ağı tarafından oluşturulan renk tayfını incelemede kullanılan bir aygıttır. Öğrenim amacı dışında günümüzde bu işleme artık gerek duyulmamaktadır; ama bu temel teknik, tayfçeker, tayfölçer, tayfışıkölçer ve renkölçer gibi çok çeşitli aygıtların geliştirilmesine yolaçmıştır.

Tayfgörür ve tayfçekerlerde bütün ışık ışıması tayfı, göz ya da fotoğrafla, bir arada incelenir. Ama tayfölçerler, küçük bir grup dalgaboyunu seçerler. Hem salma, hem de soğurma tayfları vardır. Salma tayfı parlak tek tek renk dizilerinden oluşur; soğurma tayfı sanki tek tek renkler yokmuş gibi görülür.

Tayfgörür: Yalın tayfgörürlerin biçimlerinde,

*Tayfölçerlerin çeşitli kullanım alanları vardır. (alttaki üç resim) **Altta** soldaki resimde, bir otomobilin egzoz gazını ölçen bir kızılaltı gaz çözümleyicisi görülmektedir. Bu tür araştırmalar, atmosfer kirlenmesinin önlenmesine yardımcı olma amacıyla yapılır. **Altta** ortadaki resimde, bir atom enerjisi kuruluşundaki Mössbauer tayfölçeri görülmektedir. Bu, nükleer soğurmaya ve çok düşük sıcaklıklarda gama ışınları salınmasına dayanan gelişmiş bir aygıttır. Atom çekirdeklerinin rezonans frekanslarını büyük bir doğrulukla ölçmeyi sağlar. **Altta** sağdaki resimde görülen aygıtsa, taşınabilir olmasına karşılık, küçük miktarlarda kalayı bile, X ışını flüoresansıyla 30 saniye içinde ölçebilmektedir.*



XVIII. yüzyıldan bu yana önemli bir değişiklik olmamıştır. Bir yarıktan ve demetleyici mercekten beyaz ışık geçirilir; sonra bu ışık, bir prizma ya da bükülüm ağıyla dalgaboylarına göre yayılır. Oluşan tayf, küçük bir teleskopla incelenir. Prizma bulunmasaydı ve teleskopla doğrudan doğruya yarığa bakılsaydı, yarığın keskin bir görüntüsü görülürdü. Ama prizma yerine yerleştirildiğinde, ışık, dalgaboylarına bağlı bir açıyla sapar. Böylece, tek bir yarık görüntüsü değil, her renk için ayrı bir yarık görülür. Yayılma, yarığın genişliğine de bağlıdır ve değişebilir. Elektrik ışığı gibi bütün renklerden oluşan bir kaynak için, sonuç tam ve sürekli bir tayftır.

Genellikle, prizma ya da optik ağ, küçük bir tablanın ortasına yerleştirilir. Demetleyici ve teleskop, derecelere bölünmüş olan bu tablanın çevresinde döner. Tayfın yayılması genişse, çeşitli bölümlerin incelenebilmesi için, teleskopun hareket ettirilmesi gerekir.

«Dalgaboyu tayfölçeri» adı verilen bir laboratuvar aygıtında, hareketsiz demetleyici, teleskop ve paralel ışın ile sapan ışının birbirine dik açıda olmasını sağlayan bir sapma prizması bulunur. Prizmanın döndürülmesiyle teleskopa değişik dalgaboyları gönderilebilir ve prizmanın dönen tamburu, doğrudan doğruya dalgaboyunu ölçer.

Dalgaboyları ya nanometre (metrenin milyarda biri) ya da angströmle ölçülür. Sarı ışığın yaklaşık 550 nm ya da 5 500 angströmlük dalgaboyu vardır. Kızılaltı dalgaboylarında dalga sayıları kullanılır. Bunlar, dalgaboylarının, santimetre olarak karşılığıdır. Sözgelimi, 4 000'in dalga sayısı, 2,5 mikron ya da 2 500 nm' dir.

Tayfçeker: İnsan gözü yerine bir fotoğraf filmi ya da tabakası yerleştirildiğinde, tayfın kalıcı bir kaydı elde edilir. Bu, *densitometre*yle ölçülerek, bir tayf grafiği ortaya çıkarılır. Gözle görülen «çizgi»ler, gerçekte yarığın görüntüleridir. Grafikte salma çizgileri tepeler, soğurma çizgileri de çukurlar halinde gösterilir. Fotoğraf tayfgörürüne «tayfçeker» adı verilir. Bu aygıtla çekilen fotoğraflara, uygulamada kısaca «tayf» ya da «tayfçekim» denir. XIX. yüzyılda yıldız tayfı elde etmek için teleskoplara takılan tayfçekerler, 1908' de endüstriye de uygulanmıştır: Çözümlenecek örnek, bir elektrot görevi yapıyor ve bir başka elektrotla bunun arasından akım geçirilerek ARK LAMBASI'nda

olduğu gibi ark oluşturuluyordu.

Tayfölçümüyle kimyasal çözümlemede yararlanılan çağdaş tayfçekerler, özel bir amaçla kullanıldıklarında bütün tayfı kaydetmezler. Bunun yerine, doğrudan sonuç tekniği kullanılır: Sisteme, her biri ayrı bir tayf çizgisinin kuvvetini ölçecek bir dizi FOTOÇOĞALTICI TÜP ya da ışık bulucusu yerleştirilir.

Soğurma sistemleri: Salma tayfölçümünde olduğu gibi, bu alanda da çalışmalar eskiden tayfın görünebilen alanlarıyla sınırlıydı. İlk aygıtlar, bir dizi renkli optik FİLTRE'yle tayfın seçilen bölümünü ötekilerden ayıran araçlardı. Bunlara «soğurumölçer» ya da «renkölçer» denilirdi. Sıvı haldeki örnek, saydam paralel yüzeyli bir «küvet»e konur, ışık bunun içinden geçip bir fotoselli bulucuya ulaşırdı. Bazen daha iyi sonuçlar elde edebilmek için, birbirine paralel iki bulucu kullanılırdı. Sözgelimi, ışığın soğurulma miktarı ölçülür ve tanımlanması için, standart değerlerle karşılaştırılırdı.

Günümüzde de zaman zaman kullanılmalarına karşılık, bu filtre öğelerinin yetersizliği anlaşıldığından, yerlerine *tekrenkserler* kullanılmaya başlanmıştır.

Tekrenkser (monokromatör), bir prizma aracılığıyla ya da bir bükülüm ağı aracılığıyla özgül dalgaboyu gruplarını ayıran bir aygıttır. Prizmaların, dalgaboylarını kırmızı uçta yığma sakıncasına karşılık, ağlar, tayfı eşit olarak dalgaboylarına göre yayarlar. Ayrıca, ağa yapılan yansıtıcı bir kaplamayla, kaplamanın cinsine ve ağ çizgilerinin aralıklarına bağlı olarak bütün renkler eşit yansıyacağı için, üstün bir verim sağlanabilir. Buna karşılık prizmaların da kuvars ya da sodyum klorür (kaya tuzu) gibi maddelerden yapılmasıyla, kızılaltı ve morötesi bölgeyi iletmesi sağlanabilir.

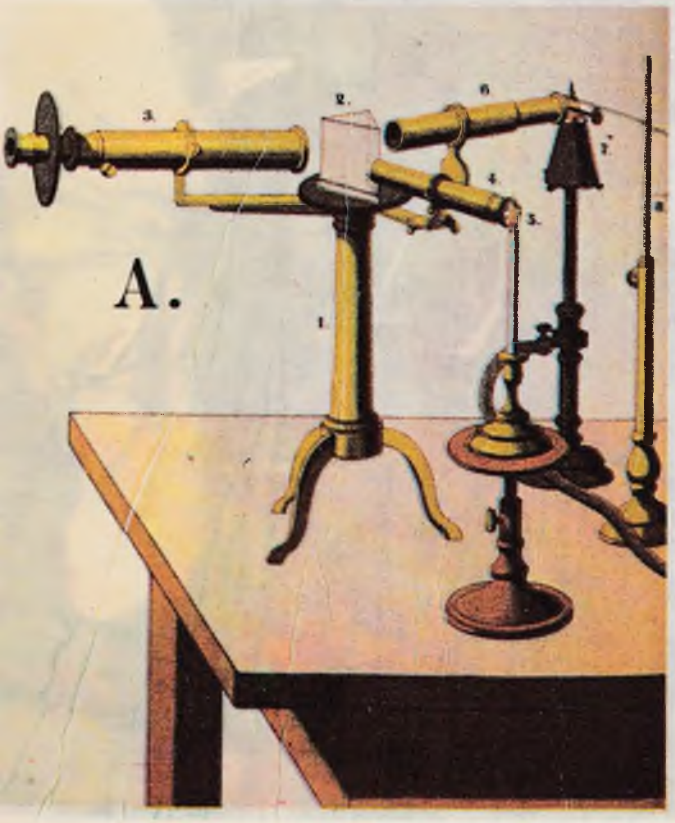
Tayfgörürde olduğu gibi prizmanın ya da ağın mekanik olarak döndürülmesiyle, birkaç angström genişliğindeki herhangi bir renk ışını ayrılabilir. İkinci bir yarıkla, gerekli dalgaboyları seçilir. Kanal genişliği(geçen dalgaboylarının aralığı) yarık genişliğinin açılıp kapanmasıyla ayarlanabilir. Yalın aygıtlarda tekrenkser, filtrelerin yerlerini alır.

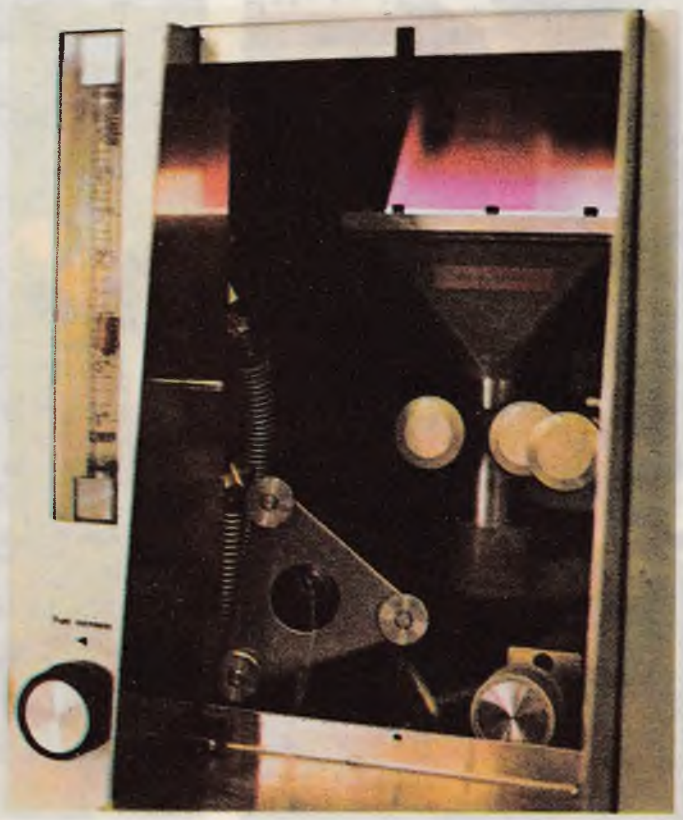
Tayfışıkölçer: Işıkölçer, ışık şiddetini ölçen bir aygıttır. Tayfışıkölçerse, ışığın bir tayf üstündeki dağılımını ölçer. İlkel bir tayfışıkölçer, istenen tayfsal aralıkta ışık kaynaklı bir tekrenkser, örnek koyma bölümü. bulucu ve gösterge sisteminden oluşur. Ölçümler her seferinde bir dalgaboyu üstünden yapılır ve dalgaboyları elle ayarlanır.

Tayfışıkölçerlerin kayıt yapan çeşitlerinin çalış-

Tipik bir XIX. yüzyıl tayfgörürüyle bir bek tayfının incelenmesi. (altta solda) Resmin önündeki teleskopun, bir mumla aydınlanan ve prizma yüzeyinden görüş alanına yansıyan bir ölçeği vardır.

Atomsal soğurma tayfışıkölçerinde örnek, asetilen alevinde buharlaştırılır ve incelenen elementin salma tayfı alevlerde görülür. (altta sağda) Bir tekrenkserin bir çizgiyi ayırt etmesiyle, elemente ilişkin soğurmalar ortaya çıkar.





ma biçimi (tayf, otomatik olarak makina tarafından gözlenir ve soğurma grafiği çizilir), kullanılan dalgaboylarına göre değişir. Kızılaltı ve morötesinde incelenen örnek, bilinen bir örnekle karşılaştırılır. Sözgelimi, suda eriyen bir boyanın yoğunluğu ölçülecekse, bilinen örnek, arı su olacaktır. Kızılaltı sistemde, ışık kaynağından gelen ışın, biri incelenecek örnek üstüne, öteki bilinen örnek üstüne düşürülen iki ışına ayrılır. Işınlar sonradan bir mekanizmayla yeniden birleştirilir ve önce birinci, sonra ikinci ışın hızla bir tekrenkserden geçirilir. Bulucu, ışık değişmelerini kaydeder. Özel bir dalga sayısındaki örnek ile bilinen örnek arasında fark yoksa, bulucudan hiç bir yanıt gelmez. Fark varsa, bulucu, bir YAZICI'yla kaydedilebilen bir değişken çıkış (alternatif akım) verir.

Morötesi ve görünen ışık aygıtlarında ışığın sistem tarafından dağılımı büyük bir sorun oluşturduğundan, örneklerin bulucuya olabildiğince yaklaştırılması gerekir. Bu durumda ışık, önce tekrenkserden geçirilir, sonra ayrılır. Çok kullanılan bir kayıt yöntemi de, ışında, bir optik yoğunluk kaması kullanmaktır. Kama, bulucunun kaydettiği şiddetleri eşitleyecek biçimde yukarı-aşağı hareket eder ve bu hareket, kaydediciye iletilir.

Kızılaltı tarayıcı tayfışıkölçerler, kimyasal çözümlemede ve gaz çözümlemesinde kullanılır. Morötesi ve görünen ışık türlerindense, daha çok, soğurma maddelerinin yoğunluklarını ölçmede yararlanılır. Bu türler genellikle tarama yapmayıp, belirli dalgaboylarında çalışırlar. Sözgelimi hastanelerde, pek çok sıvının yoğunluğunu ölçen, kendiliğinden çözümleyici aygıtlar kullanılmaktadır.

Atomsal soğurma tayfışıkölçerinde, içine örneğin püskürtüldüğü bir alev vardır. Soğurma, çok düşük yoğunluktaki (milyonda bir oranda gibi) elementlerin bile kesinlikle ölçülmesini sağlar.

TAYFIŞIKÖLÇER Bk. TAYFGÖRÜR VE TAYFÖLÇER*

TAYFÖLÇÜMÜ

Tayfölçümü(spektroskopi), ışığın ya da öteki ışınların tayfla çözümlenmesidir. Bütün maddelerin tayfında özel dalgaboyu «izleri» vardır. Söz konusu özellikten,tayfölçümüyle kimyasal çözümlemede,sözgelimi bir nesnede hangi maddelerin bulunduğunu anlamada ve gökbilimsel tayfölçümünde yıldız ve gökadalara ilişkin ayrıntılı bilgi edinmede yararlanılmıştır.

Tayf, dalgaların, dalgaboyu sırasına göre dizilişidir (Bk. DALGA HAREKETİ). Işığın dalgaboyları, çok uzun radyo dalgaboylarından, çok kısa gama ışınlarına kadar değişen ELEKTROMAGNETİK IŞINIM tayfının bir parçasıdır. Görünen bölgenin iki tarafında kızılaltı (uzun dalgaboyları) ve morötesi (kısa dalgaboyları) bulunur. Tayf, KUVANTUM KURAMI açısından da incelenebilir. Sözgelimi, mavi ışığın kuvantumu, kırmızı ışıktan daha büyük enerji içerir.

Tarihçe: 1665 yıllarında PRİZMA'yla yaptığı ilk deneylerde NEWTON, güneş ışığı tayfında, parlak gökkuşağı renkleri arasında sınır oluşturduğunu sandığı, ince koyu çizgiler bulunduğunu görmüştü. XIX. yüzyıl başlarında, Fraunhofer, nedenlerini bilmediği bu çizgilerden bol miktarda buldu ve yüzlercesini sınıflandırdı. Fraunhofer çizgilerinin yapısı, ancak KİRCHHOFF ve Bunsen'in çalışmalarıyla ortaya çıkarıldı. Her çizgi, sözgelimi ateşte yakılan bir elementin oluşturduğu bir parlak çizgiye karşılıktı ve o elementin tanınmasını sağlıyordu.

Tayf kuramı: Yarım yüzyıl boyunca laboratuvarlarda elementlerin tayf çizgileri listelenip sınıflandırıldıktan sonra, neden bazı tayfların yalın, bazılarının karmaşık olduğu ortaya çıkarıldı. Ayrıca, her çizgiyi oluşturan atomdaki değişiklik tanınmaya başlandı. Bu çalışmaya,tayfölçümüyle,kimyasal çözümleme yöntemiyle karıştırılmaması için, «*tayf kuramı*» adı verildi. Böylece, özellikle atom ve İZOTOP'lar konusunda yeni bilgiler elde edildi. Enerjinin sürekli olmadığını, tek tek *kuvantum* paketlerinden oluştuğunu öne süren kuvantum kuramı kuruldu. Bir elektron, atom çekirdeği çevresinde bir yörüngeden ya da enerji düzeyinden, çekirdeğe yakın olan başka bir yörüngeye geçtiğinde bir tayf çizgisi oluşur. Elektronun,çekirdeğe yakın bir yörüngeden uzak bir yörüngeye geçişiyse, enerji eklenmesiyle ortaya çıkar. Bu durum, enerjinin soğurulmasına ve bir soğurma çizgisinin oluşmasına neden olur.

Niels BOHR'un atom modelinde, elektronların çekirdek çevresindeki belirli yörüngelerde döndüğü belirtilir. Sonraki araştırmalar bu modelde bazı çelişkiler olduğunu göstermiştir. Günümüzde yörünge, elektronun bulunma olasılığının en yüksek olduğu bölge olarak kabul edilir. Bununla birlikte, tanımlama amacıyla, kesin boyutlu yörüngeler hâlâ yararlı bulunmaktadır.

Her element, değişik sayıdaki çekirdek tanecikleriyle öteki elementlerden ayrılan atomlar içerdiği için, kendine özgü tayf çizgileri oluşturur. Sözgelimi, bir helyum atomunun çekirdeğinde iki proton ve iki nötron vardır, ama hidrojende ikisinden de birer tane bulunmaktadır. İki proton nedeniyle çekirdekte daha büyük yük bulunması, helyumda, hidrojenden daha küçük çaplı yörüngelerin oluşmasını sağlar. Enerji, dolayısıyle de dalgaboyu, yörüngelerin yarıçapına bağlıdır. Bu yüzden helyumda, ikinci yörüngeden birinciye atlayan elektronun saldığı ışınımın dalgaboyu, hidrojenin aynı yörüngeleri arasında atlayan bir elektronunkinden daha kısadır. Bununla birlikte, ağır elementlerin büyük atomları, hidrojenin en düşük yörüngesinden daha uzakta bulunan yörüngeler içerirler ve daha uzun dalgaboylarında ışınım salarlar.

Düşük basınç altındaki bir gaz, söz konusu süreçle kendine özgü salma çizgilerini verir. Ama akkor haldeki bir katıdan salınan ışınım, tek tek çizgiler biçiminde değil, süreklidir (siyah cisim sürekliliği; Bk. ELEKTROMAGNETİK IŞINIM). Bu da gökkuşağı renklerine neden olur. Güneş söz konusu olduğunda,

bu süreklilik, Güneş'in dış atmosferindeki soğuk gazlardan oluşan koyu soğurma çizgileriyle kesilir. Güneş'ten gelen ışık, bu atmosferde, belli bir atom tarafından soğurulur. Atom bu enerjiyi tutmaz, aynı frekansta yeniden salar. Ne var ki, ışık genellikle geldiği yönde salınmadığından, gözlemciye göre, belirli frekanstaki ışınım «soğurulmuş» ve tayfın o noktasında, parlak süreklilik kesilerek karanlık bir çizgi oluşmuştur.

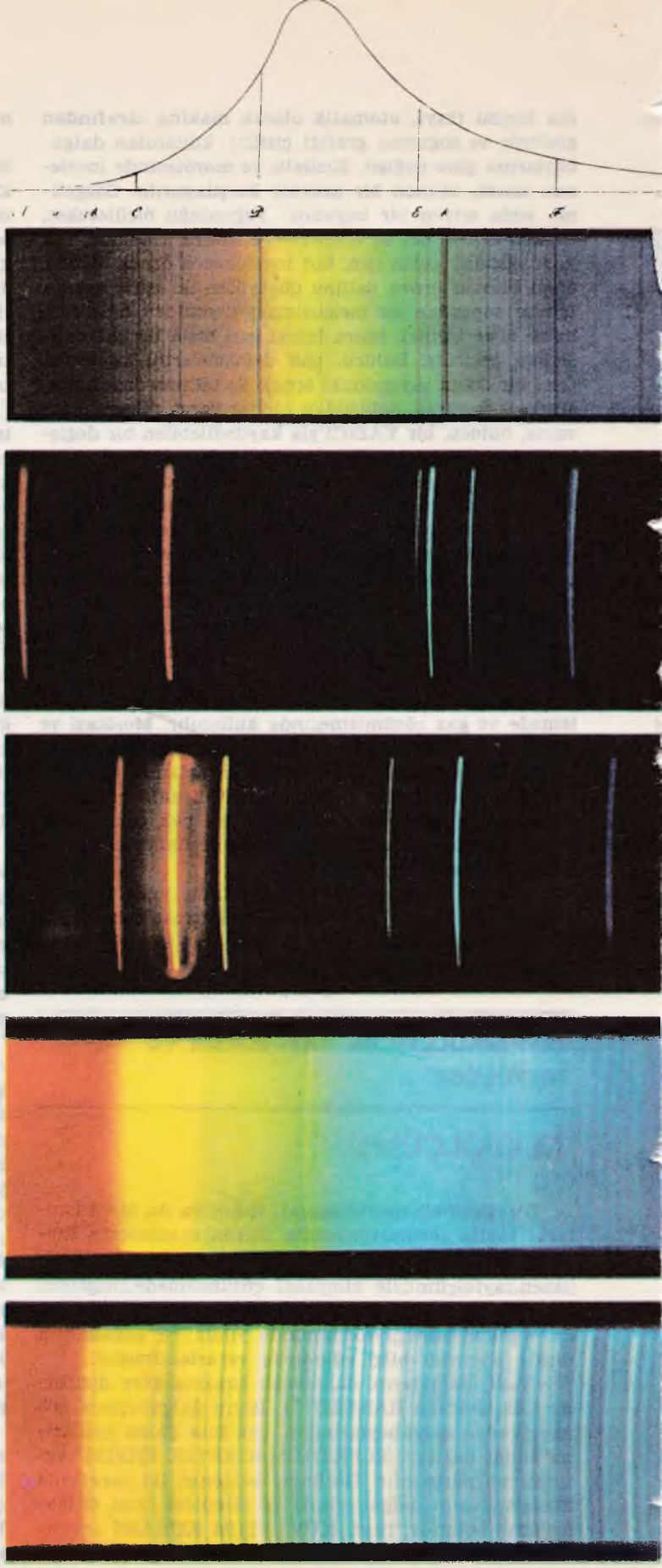
Atomların kendilerine özgü çizgi tayfları oluşturmalarına karşılık, moleküller ya da atom grupları genellikle daha geniş şerit tayfları ortaya çıkarırlar. Bu şeritler, oldukça düşük nitelikli tayf grafiklerinin elde edildiği tayfışıkölçümünde önemlidir (Bk. TAYFGÖRÜR VE TAYFÖLÇER).

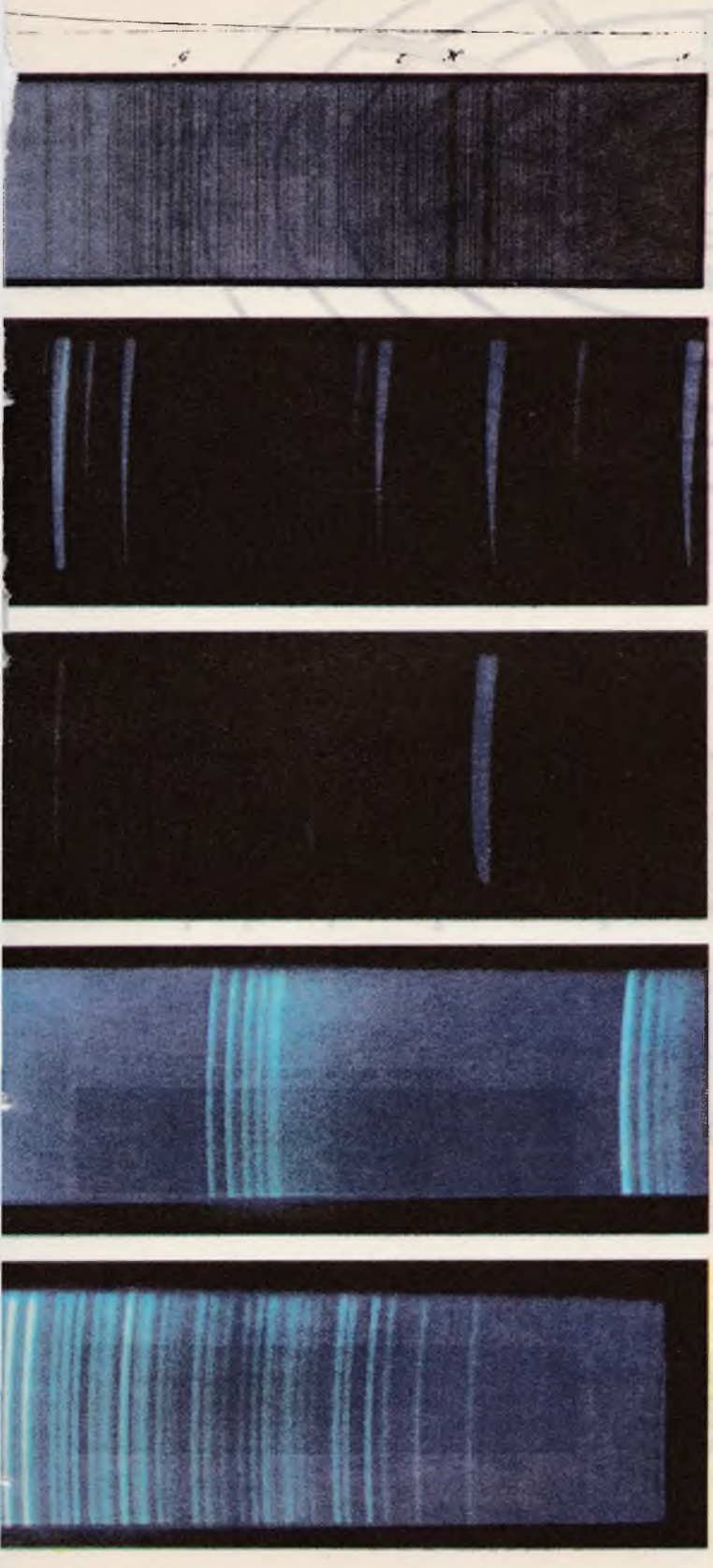
Tayfölçümüyle kimyasal çözümleme: Wheatstone, bir pil elektriği ile kıvılcım çıkaran bir bobin elektriğinin aynı olduğunu kanıtlamak için, bir tayfgörür kullandı. İkişer parça bakır, çinko, kurşun ve kalay arasında oluşturduğu arkları, bir tayfgörürde inceleyip, tayfların yaklaşık bir çizelgesini yayınladı. Dalgaboylarını ölçmesine olanak yoktu, ama yöntemin bir gün, metal çözümlemesinde kullanılacağını düşünüyordu. Gerçekten, çağdaş tayfölçümüyle kimyasal çözümlemenin temelini bu yöntem oluşturdu.

Tayfgörürlerden, ilk kez 1915-1935 yıllarında metalürji laboratuvarlarında yararlanıldı. Kullanılan ilk yöntemlerde tayfın fotoğrafı çekiliyor, sonra levhalar, ya gözle ya da DENSİTOMETRE gibi bir fotoğraf ölçüm aygıtında inceleniyordu. 1930 yıllarında tayfı bir fotoselle inceleyip grafik çizen ya da bir göstergede sonucu veren tayfölçerler kullanılmaya başlandı. İkinci Dünya savaşı sırasında tayfölçümüyle kimyasal çözümleme, dünyanın her yanında alüminyum, magnezyum, bakır, kurşun ve çelik üreticilerinin kullandıkları başlıca nitelik denetimi yöntemi oldu. Günümüzdeyse tayfölçer, beş dakika içinde bir örneğin bileşimini standart bir alaşımla karşılaştırmakta, bir bilgisayarla gerekli düzeltmeleri yapmakta ve bir liste halinde vermektedir.

Bu yöntem kadar hızlı ve güvenilir olan bir başka tayfölçümüyle kimyasal çözümleme yöntemi de, madencilikte ve nitelik denetiminde alaşımları incelemede kullanılan X ışını flüoresansıdır. Bu yöntemde, X ışınlarıyla «aydınlatılan» bir örnek, soğurma çizgilerine benzer biçimde, belirli dalgaboylarında parlaklık yayar. Örnek, toz halinde ya da katı disk halinde olabilir. Söz konusu yöntem, otomatik olarak, on dakika içinde tek bir örnek için 6-20 sonuç verebilir. X ışınlarında ışınımın dalga halinde değil, tanecik olarak yayıldığını düşünmek daha doğrudur ve tanecikler, bir FOTOÇOĞALTICI TÜP'le sayılır. Sonuçlar gene otomatik olarak bir liste halinde verilir.

Maden aramacılığında, taşınabilir aygıtlar kullanılmaktadır. Bunlarda güç kaynağı olarak yüksek gerilim üreteci yerine bir radyoaktif izotop bulunur. Mineral yüzeyine, makina üstündeki bir gözden izotopun ışını düşürülür. Her uygulamada yalnızca bir element tanınıp çözümlenebilir; ama değişik filtrelerle, aynı araç birçok metal için kullanılabilir. Bu yöntemin X





Tayf çeşitleri. Solda üstten birinci resimde, Fraunhofer'in Güneş tayfındaki soğurma çizgilerini sınıflandırması görülmektedir (C, F ve G, hidrojenin Balmer dizisidir). Onun üstündeki çizimde, bir prizmayla elde edilen ve kırmızı uca doğru basılan ışık dağılımı eğrisi yeralmaktadır. Lockyer, helyum elementini, soğurma çizgileriyle bulmuştur. Üstten ikinci resim, Lockyer salma tayfıdır. Sodyumun, sokak lambalarının belirleyici rengi olan, birbirine yakın iki parlak turuncu «D» çizgisi vardır (üstten üçüncü resim). Karbon arkının havadaki tayfı (üstten dördüncü resim), siyanojen molekülünün (CN) oluşumunu göstermektedir. En alttaki resimdeki demirin salma tayfında, birçok çizgi vardır.

ışınlı kimyasal çözümlemeden tek farkı, daha uzun dalgaboylu X ışınları yerine, GAMA IŞINLARI salan bir izotoptan yararlanmasıdır.

Müze laboratuvârlarında da X ışını çözümlemesi, öteki yöntemlerin yerini almaktadır. X ışını yöntemi nesnelere zarar vermediği için, çömlek üstlerindeki sırı, eski bir resmin boyalarını ya da ucuz bir metal üstüne değerli bir metalle yapılan kaplamayı incelemede kullanılabilir.

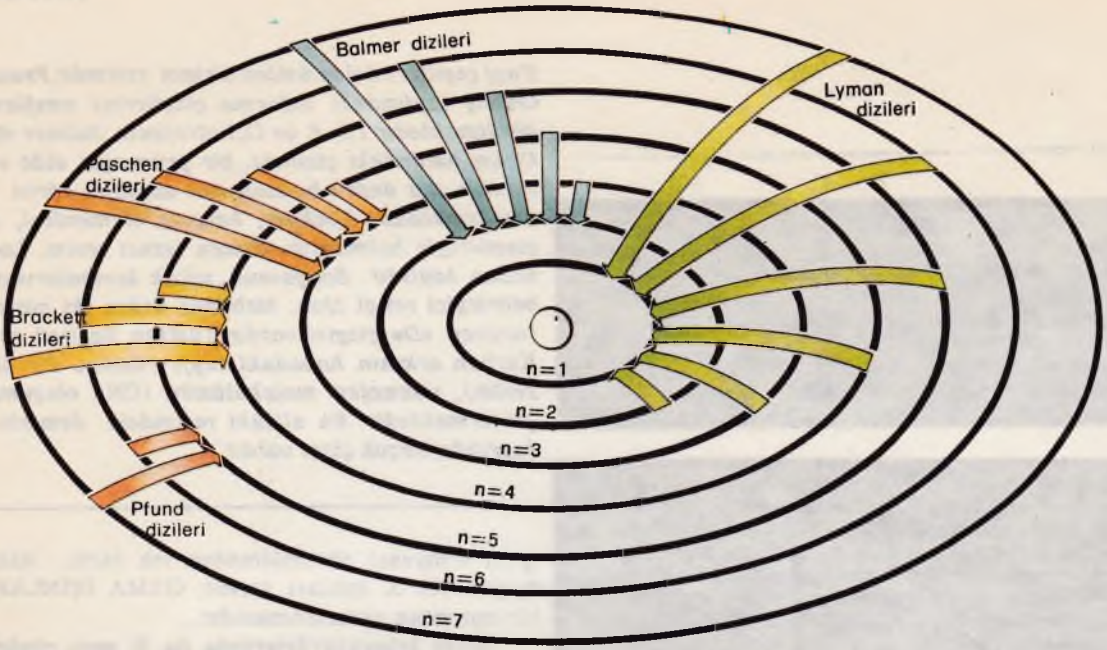
Polis laboratuvarlarında da bu yöntemle, en küçük örnekler bile değerlendirilebilir. Sözgelimi, bir trafik kazası kurbanının giysileri üstündeki oto boyası, bu yolla incelenir.

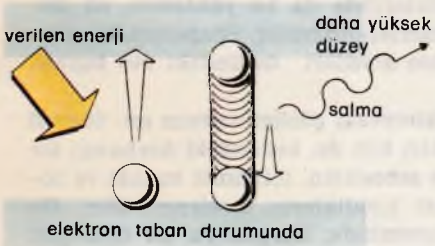
Tayfölçümüyle kimyasal çözümlemenin en önemli kullanım alanlarından biri de, bedendeki herhangi bir sıvı örneğinin, et ve sebzelerin, içtiğimiz sudaki ve soluduğumuz havadaki kirliliklerin incelenmesidir. Bu yöntem sindirim sisteminde, kurşun ya da cıva gibi çok az miktarları bile tehlikeli olan maddelerin yolaçtığı zehirlenmelerin teşhisiyle gelişmeye başlamış, sonra kan serumunda ve öteki beden sıvılarında normal olarak bulunan maddelerin de incelenmesine olanak sağlamıştır. Ama günümüzde, bu alanda tayfölçümüyle kimyasal çözümlemenin yerini, tayfışıkölçümü almıştır.

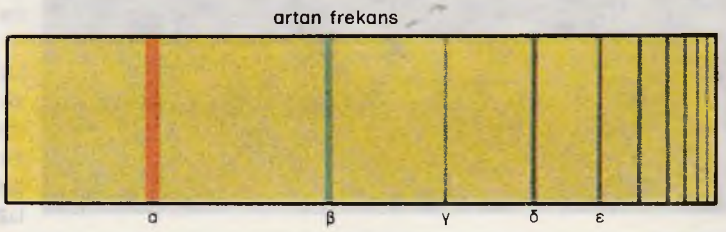
Nükleer enerji endüstrisinin, uranyum filizinin arıtılmasından reaktörlerde kullanılan özel yüksek mukavemetli çeliklere kadar bütün aşamalarında, tayfölçümüyle kimyasal çözümlemeden yararlanılır. Nükleer fizyon ürünleri ve öteki yan ürünler, çözümlemeyi yürüten kişinin herhangi bir zarar görmemesi için özel olarak havalandırılmış yerlerde, tayfölçerler kullanılarak denenir.

Tayfışıkölçümü: Birçok durumda, örneğin salma çizgilerini incelemek için, buharlaştırma gerekmez. Bunun yerine, bir tayfışıkölçerle molekül soğurma bantları incelenir. Bu, dalgaboyuna karşı bir soğurma grafiği verir. Molekül soğurma bantlarının çoğu, tayfın kızılaltı bölgesinde bulunur; ama görünen ve morötesi tayfışıkölçerler de yaygın olarak kullanılmaktadır.

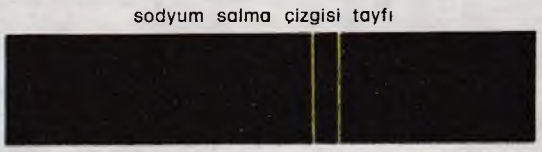
İncelenen bantlar bir salma tayfının tayfsal çizgileri kadar kesin olmadığı için, bu yöntemde daha

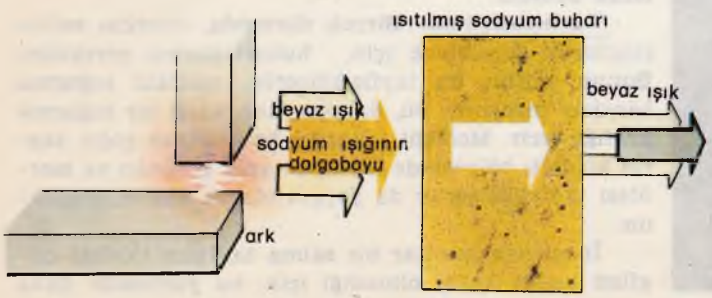

Balmer dizileri
Lyman dizileri
Paschen dizileri
Brackett dizileri
Pfund dizileri
n=1
n=2
n=3
n=4
n=5
n=6
n=7

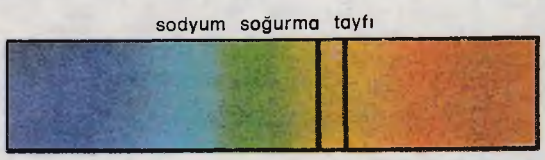

verilen enerji
daha yüksek düzey
salma
elektron taban durumunda

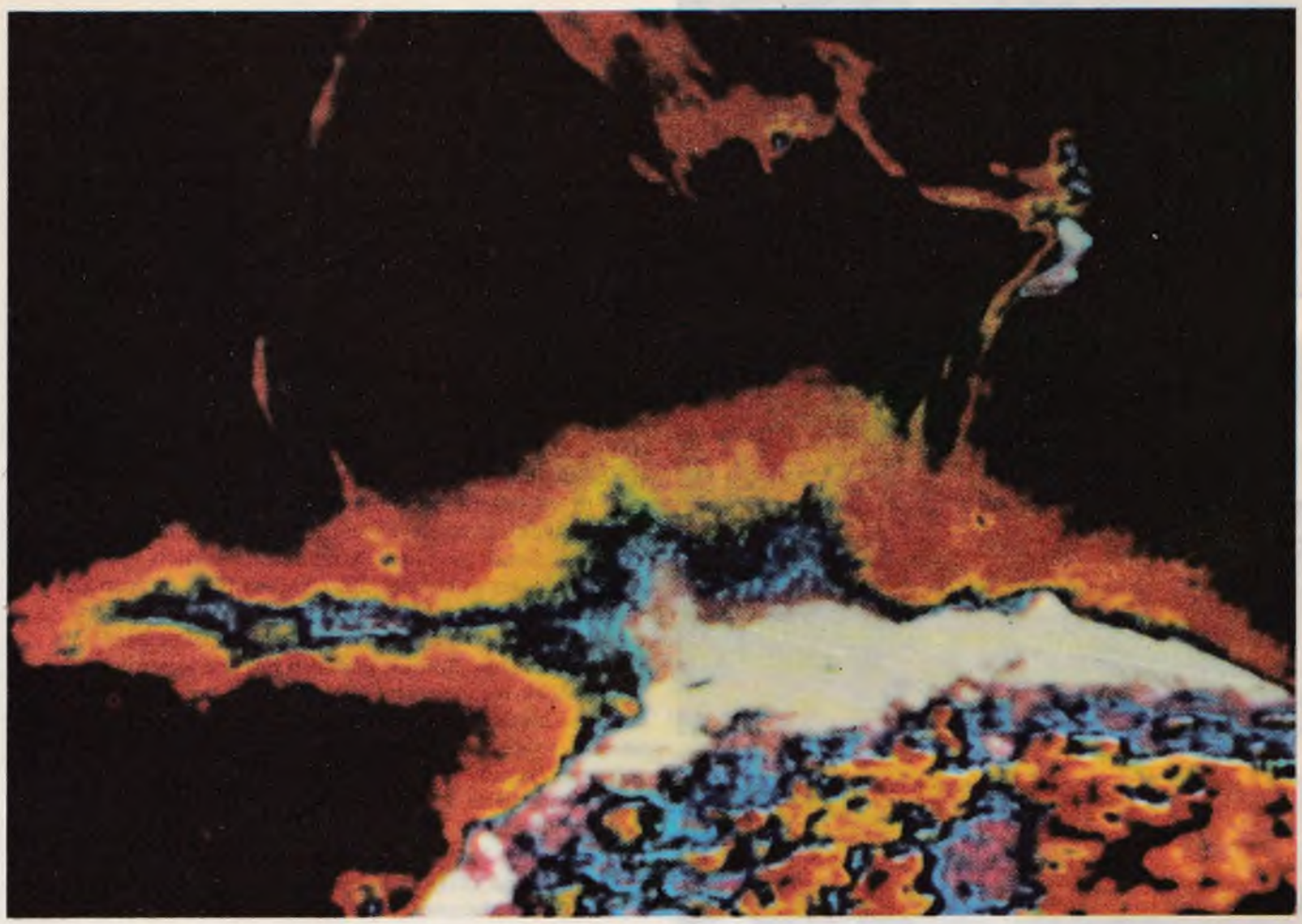

artan frekans
α
β
γ
δ
ε

+
sodyum çözeltisi
ark
−


sodyum salma çizgisi tayfı


ısıtılmış sodyum buharı
beyaz ışık
sodyum ışığının dalgaboyu
ark
beyaz ışık


sodyum soğurma tayfı



Güneş, yalıtılmış bir ışık dalgaboyuyla (buradaki, Skylab'den alınan morötesi helyum çizgisidir) izlendiğinde, beyaz ışıkta görülmeyen özellikler ortaya çıkar. (üstte) Renkler, değişen şiddetleri göstermektedir.

Yörüngelerin daireler halinde gösterildiği bir atom çizimi. (solda üstte) Hidrojende yalnızca bir elektron vardır. n=1 *taban durumunda, morötesinde Lyman dizileri oluşur: Lyman α 122 nm'de. Onun altında Balmer dizileri görülmektedir: Hidrojen α'nın 656 nm'de olduğu tayfın görünen bölgesinde bulunmasıyla tanınır. Solda alttaki çizimlerde sodyumun salma ve soğurma çizgilerinin oluşumu görülmektedir: Sodyum arkından çıkan beyaz ışık salma çizgisi, bu ışığın sodyum buharından geçirilmesi de soğurma çizgisi oluşturmaktadır.*

hızlı, ama pek kesin olmayan (benzer dalgaboyları arasındaki farklar bulunamaz) sonuçlar elde edilmektedir.

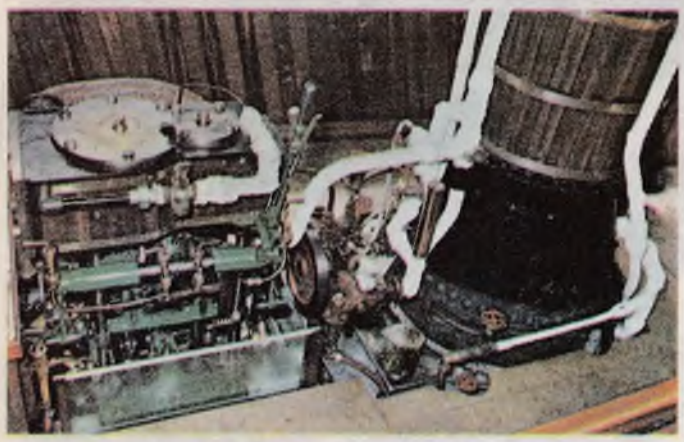
Gökbilimde tayfölçümü: Laboratuvarda gerçekleştirilmesi olanaksız haldeki maddelerden oluşan yıldızların ve bulutsuların incelenmesi, tayf kuramının geliştirilmesini sağlamıştır. Tayfölçümünün, GÖKFİZİĞİ'ne en az teleskop kadar katkısı olmuştur. Tayflar, kütlelerin kimyasal bileşimlerinden olduğu kadar, basınç, ısı, dönü ve magnetik elektrik alanlar ile hareket gibi koşullarından ötürü de değişiklikler gösterebilirler. Uzak cisimlerden gelen ışığın, Dünya'nın oluşumundan önce yola çıktığı göz önüne alınırsa, çok uzak cisimlerin incelenmesiyle, evrenin kimyasal bileşimindeki değişiklikler konusunda bilgi edinilebileceği ortaya çıkar.

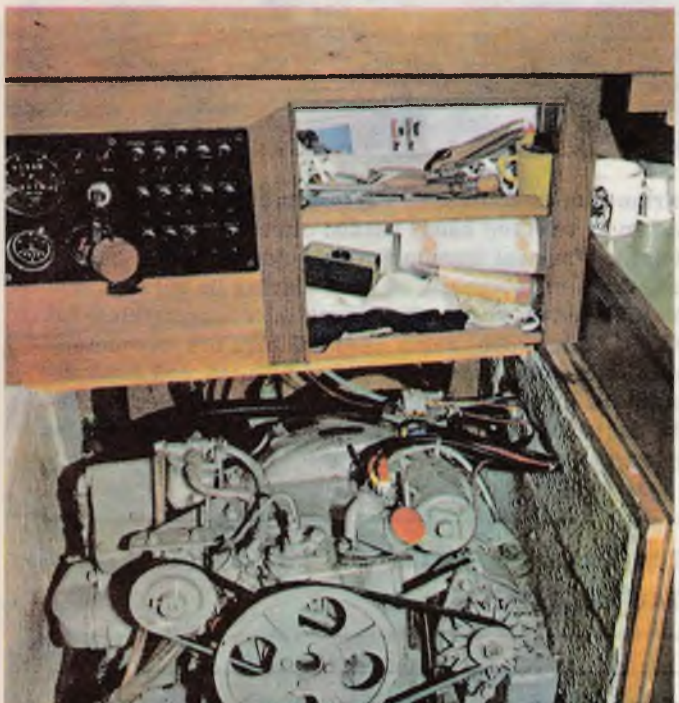
TAYFÖLÇÜMÜ, KÜTLE **Bk. KÜTLE TAYFÖLÇÜMÜ**

TAYRİSTÖR **Bk. TİRİSTÖR YA DA TRİSTOR**

TEKNE TAHRİĞİ

Tekneleri su üstünde hareket ettirmek için gereken güç, üç kaynaktan sağlanabilir: İnsan gücü; rüz-





gar; motor. Ayrıca, hangi kaynaktan sağlanırsa sağlansın, gücü, tahrikte kullanılabilecek hale çevirmek için, çeşitli yöntemlerden yararlanılır.

Kürek: Tekneleri hareket ettirme amacıyla kullanılan ilk araç, kürektir. Kürek, bir ucu yuvarlak sap biçiminde, öteki ucu da yassı bir palete benzeyen uzun bir tahta çubuktur. Çekme işlemi sırasında, sapa yakın yerinden, bir kaldıraç noktası işlevi gören yuvaya *(ıskarmoz)* yerleştirilir. Bu açıdan kürek, tekneyi suyun içinde ileri iten yalın bir kaldıraçtır. Kanolardaysa, küreklerin bir dayanak noktası bulunmadığından, kanocunun bir kolu, hareketli kaldıraç noktası görevi yapar.

Yelken: Tekneleri hareket ettirmek için rüzgardan yararlanmak, aşağı yukarı kürek kadar eski bir yöntemdir. Homeros'un *Odysseia*'sında bile yelken bezinden söz edilir. Yelkenlilerde tekneye sağlam bir biçimde bağlanmış bir (ya da birkaç) direk yeralır. Direğe ip ve tellerle yelkenler asılır. Yelkenlerin biçimi, kullanılacakları tekneye göre değişir. Günümüzde yelken bezi olarak ya doğal bezler ya da terilen, vb. sentetik maddeler kullanılır. İlk yelkenlerse, hayvan derilerinden ve hasırlardan yapılırdı.

Yelkenler iki gruba ayrılır. Birinci grubu *kare* yelkenler oluşturur. Bunlar, geminin boyuna ekseniyle dik açı yapacak biçimde yerleştirilir ve rüzgar basıncı yelkenin yalnızca arka (geminin arkasına dönük) yüzüne etki ederek gemiyi iter. İkinci gruptaysa boylama yelkenler yeralır. Bunlar, geminin boyuna ekseni üstüne yerleştirilir. Rüzgarın esme yönüne göre iki yüzleri de kullanılır.

Yelkenler birer aerofoil olarak düşünülebilir. Yelkenli bir tekne rüzgara karşı yol alırken, rüzgarın yelken üstündeki basıncı, yelkene dik doğrultuda bir «kaldırma» kuvveti ile yelken doğrultusunda bir «geri çekme» kuvveti oluşturur. Bu kuvvetlerin bileşkesi de, tekneyi ileri götüren kuvvet ile buna dik ve daha büyük ikinci bir kuvvet olarak ikiye ayrılabilir. Tekneyi yana iterek yan yatmasına neden olan, ikinci kuvvettir. Küçük yelkenli teknelerde yan yatma eğilimi, teknedekilerin öteki yana oturmasından doğan ağırlık ve teknenin su altındaki bölümü ile salmasına etki eden hidrodinamik kuvvetler yardımıyla dengelenir.

Mekanik güç: Mekanik gücün gemilere ilk kez başarıyla uygulanmasında, çarklardan yararlanılmıştı. Çark, üstünde paletler bulunan ve döndükçe, her paletin suyu geri itmesiyle geminin ilerlemesini sağlayan bir araçtır. ARKHİMEDES (İ.Ö. 287-212), suyun içinde dönen pervanenin mekanik gücünü göstermiş,

---

İngiltere'deki bir gölde buharlı bir tekne. (solda üstte)

Teknelerde kullanılan küçük bir buhar makinası. (solda ortada) Resmin solunda makina, sağındaysa kazan görülmektedir.

Bir yatın dizel motoru. (solda altta) Motor deniz suyuyla soğuduğundan, radyatöre gerek yoktur.

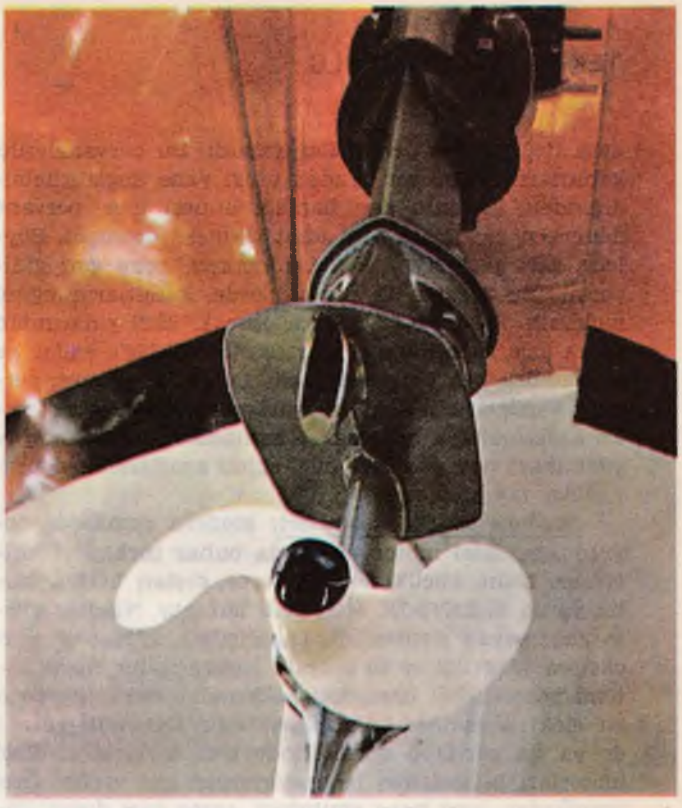
bu yüzden, 1838'de yapılan ilk pervaneli gemiye «*Arkhimedes*» adı verilmiştir. Söz konusu gemide, dakikada 26 devir yapan BUHAR MAKİNASI, uygun dişliler yardımıyla pervaneyi 139 devirle çeviriyordu. Geminin pervanesi, tam tur yapan sarmal biçimindeydi.

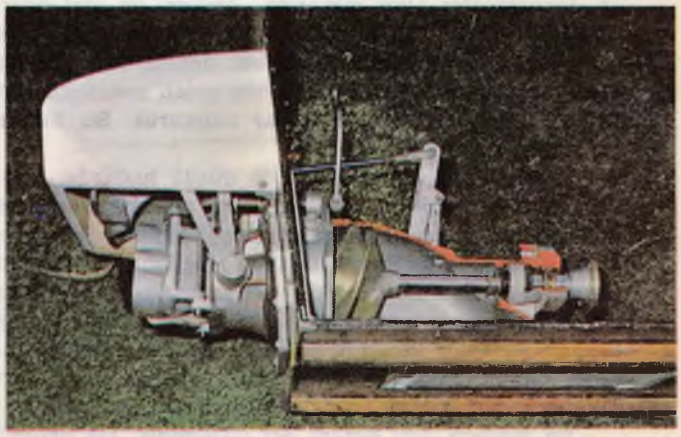
Pervane, motor yardımıyla döndürüldüğü zaman, suyun içindeki hareketinden ötürü suya bir basınç uygular. NEWTON YASALARI'nın üçüncüsüne göre, etki ile tepki aynı büyüklükte ve karşıt yönde olduğundan, su da pervaneye basınç yaparak onu ileri iter. Pervane şaftının üstünde, şafta etki eden ileri itici kuvveti geminin gövdesine ileten *itici blok* vardır. Gemi böylece suda ilerler: İtme blokları, özel olarak sağlamlaştırılmış yuvalara bağlanan çelikten yapılmış parçalardır. Küçük gemilerde ve teknelerde itme bloku, dişli sistemiyle ya da pervanelerle birleştirilebilir.

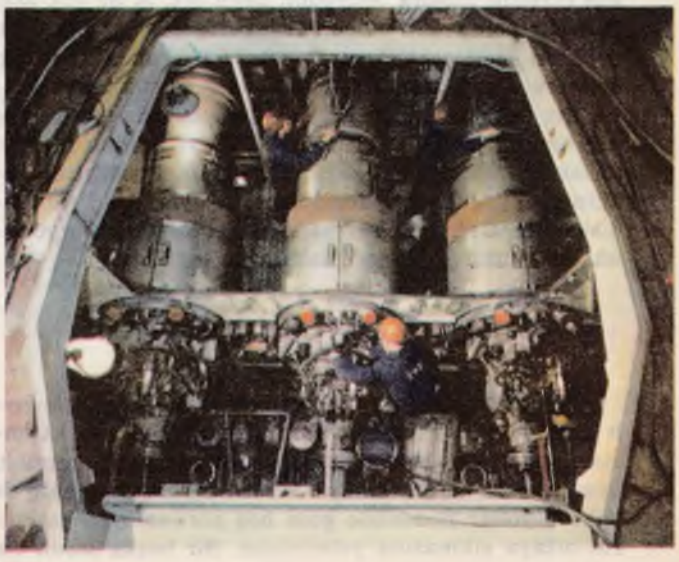
Buhar TÜRBİN'li ilk deniz aracı 1894'te yapılan «*Turbinia*» adlı yattı. Türbin, Charles Parsons tarafından geliştirilmişti. Yatta bulunan üç şaft, doğrudan (dişlisiz) döndürülüyordu. Her şaftın üstünde bir tek pervane bulunduğu zaman, pervanelerin çok yüksek devir yaparak suyun içinde *kavitasyon*a yolaçmaktan başka bir yararı olmadığı görüldüğünden, sonradan, her şaftın üstüne üçer pervane yerleştirildi.

Kavitasyon olayı, pervanenin çok hızlı dönmesinden ötürü çevre basıncının, kenara itilen suyu yerine döndürecek yüksekliğe çıkamamasından kaynaklanır. Bu durumda, pervanenin hemen önünde buhar dolu bir boşluk oluşur, pervanenin çevresindeki su akışı bozulur ve itme gücü azalır. Ayrıca, pervanenin tam üstünde ya da hemen arkasında yok olan bu boşluk, hem kanatların aşınmasına yolaçar, hem de gürültü yapar. Savaş gemilerinde, düşman DENİZALTI'larını bulmak için bu sesler dinlenir. Pervane kanadının yüzeyi ne kadar geniş olursa, pervane boşluk oluşturmadan o kadar hızlı dönebilir. Pervane yapımında, büyük pervanelerin bu üstünlüğünün, büyüklük nedeniyle artan dirençle ve azalan verimle uygun biçimde dengelenmesi gerekir.

XX. yüzyılın başlarında gemilerde DİZEL MOTORU kullanılmaya başlandı. Dizel motorlarının ters yönde çalıştırılması sorunlar doğurduğundan, kanat







Yelkenli bir teknenin yardımcı motorunun pervanesi. (sağda üstte) En az kavitasyon oluşturacak biçim verilen pervane, aynı zamanda en yüksek itme gücü sağlar.

Küçük bir jet sistemi. (sağda ortada) İçinde tahrik pompası görülmektedir. Sistemin altında görülen ızgaradan içeri giren su, hareketli püskürtme ağzından (resmin solunda) dışarı atılır. Pompayı çalıştıran şaft, su girişinin üstünde yeralmaktadır.

İsveç Deniz Kuvvetleri'nin bir torpido botundaki üç Rolls Royce «Proteus» gaz türbini. (sağda altta) Bu üç motorun güçlerinin toplamı, yaklaşık 13 000 beygirgücüdür. Araç 40 deniz milinin üstünde hız yapar.

açısı değiştirilen pervaneler yapıldı. Bu pervanelerde, kanatların eğimi bir yandan öteki yana değiştirilebildiğinden, geminin geri hareket etmesi için, pervane dönerken kanatlara ters adım vermek yeterliydi. Böylece, şaft gene aynı yönde dönerken, gemi geri gidiyordu. Bu türden ilk pervanelerde, kanatların eğimi mekanik olarak değiştirilirdi. Ancak, 1920 yıllarından sonra gemilerin gücü çok arttığından, 1934'e kadar bu yöntemden pek yararlanılmadı. O tarihten sonra, pervane kanatlarının eğimini ayarlamada hidrolik sistemler kullanılmaya başlandı. Günümüzde, 35 000 beygirgücündeki dev gemilere bile, eğimi ayarlanabilen pervaneler takılmaktadır.

Modern tahrik sistemleri: Modern gemilerde çoğunlukla, dizel motorları ya da buhar türbinleri kullanılır. Daha küçük teknelerdeyse, dıştan takma motor ya da ELEKTRİK MOTORU bulunur. Nükleer güçle çalışmayan denizaltılarda, alışılmış motorlar aşırı oksijen tükettiği ve su altında karmaşık bir egzoz sistemi gerektirdiği için, özel akümülatörlerle beslenen bir elektrik motoru kullanılmaktadır. Denizaltı yüzeyde ya da periskop derinliğindeyken, motorlara, dizel motorlarıyla beslenen jeneratörlerden güç verilir. Özel borulardan içeri hava emilirken, egzoz gazı dışarı atılır. Jeneratörler aynı zamanda aküleri de şarj eder. NÜKLEER REAKTÖR'ler, oksijen tüketmedikleri ve zehirli gaz oluşturmadıklarından, denizaltılar için en elverişli sistemlerdir. Reaktörden gelen soğutucu sıvı, ISI DEĞİŞTİRİCİSİ'nde buhar oluşturur. Bu buhar, türbinleri döndürür.

HİDROFOİL,dururken ya da düşük hızlarda, öteki teknelere benzer. Teknenin altında, ayaklarla tutulan düz taşıyıcı yüzeyler bulunur. Araç, hızlandığı zaman gövdesi havaya kalkacak biçimde yapılmıştır. Taşıyıcı yüzeyler de ek kaldırma kuvveti sağlar ve hız artınca gövde bütünüyle sudan yükselip kanat görevi yapan taşıyıcı yüzeyler üstünde yol alır. Bu durumda su direnci büyük ölçüde azaldığından, ulaşılan hıza göre tüketilen güç, öteki teknelerdekinden düşüktür.

En modern itici sistem, *jet* sistemidir. Jet sistemi, gaz türbinli motora doğrudan bağlı tek ya da çok aşamalı bir pompadan oluşur. Pompa, gövde altındaki bir delikten içeri çektiği suyu, çok büyük hızla arkadaki delikten dışarı atar. Dışarı atılma noktasındaki apansız hız değişmesinden ötürü, bu noktada bir basınç düşmesi oluşur (VENTURİ ETKİSİ) ve bilinen jet motorlarında olduğu gibi, araç ileri itilir. Püskürtme deliğinin doğrultusunu değiştirme yoluyla, araç yönlendirilebilir. Geriye doğru hareket de, su akışının yönünü değiştiren saptırıcı plakalarla sağlanır.

TEK RAYLI DEMİRYOLU

Yüzyıla yakın süredir deneysel amaçlarla tek raylı demiryolları yapılmaktadır. Tek ray, az yer kaplaması nedeniyle iki raydan üstün görünmesine karşılık, uygulamada hem karmaşık sorunlar yaratmış, hem de yüksek yollar nedeniyle göze hoş görünmeyen yapıların ortaya çıkmasına yolaçmıştır. Bir başka sorun da, araçların bir yoldan ötekine alınması olmuştur.

Lartigue sistemleri: İlk tek raylı sistemlerde, yer düzeyinden yukarı kaldırılmış raylar kullanıldı. Bu sistemde araçlar, tıpkı heybe gibi iki yandan aşağı sarkıyordu. İlk tek raylı demiryolunun patenti 1821 yılında Henry Robinson Palmer tarafından alındı. İlk yolsa, 1824 yılında kuruldu. Tahtadan yapılan asma ray, sağlam tahta destekler üstüne yerleştirilmişti. Rayın üstünde bulunan demir çubuk, aracın çift kenarlı tekerleklerini, aşınmalara karşı koruyordu.

Fransız C.F.M.T. Lartigue de bir süre sonra aynı ilkeye dayanan tek raylı bir sistem yaptı. Lartigue, tek rayı, bir dizi üçgen biçimli sehpa üstüne oturttu. Sehpaların tabanları toprağa dayanıyordu. Lartigue ayrıca, sehpaların iki yanına birer kılavuz ray yerleştirdi. Araca bağlı yatay tekerlekler kılavuz raylara oturuyordu. Böylece araçlar, hem alttan, hem de yanlardan desteklenerek, daha yüksek hızlar yapabiliyordu.

Bu ilkeye dayanan buharlı bir sistem de 1869 yılında J.L. Hadden tarafından Suriye'de yapıldı. Hadden lokomotifinin iki yanında, düşey olarak yerleştirilmiş iki buhar kazanı vardı.

1894'te Orta Fransa'da bir elektrikli Lartigue hattı kuruldu. 1886 yılında da Londra'da kısa bir hat üstünde bir gösteri yapıldı. Londra'daki trenler, iki buhar kazanlı Mallet tipi lokomotif tarafından çekildi. Lokomotifin, hem merkezi rayda giden çift kenarlı iki tekerleği, hem de sehpaların iki yanındaki raya oturan ön tekerlekleri vardı. Trenler bir raydan öteki raya, bir ray kesitinin bütünüyle kenara çekilip, ötekiyle aynı çizgiye getirilmesiyle geçebiliyorlardı.

Lartigue sistemi, 1897 yılında F.B. Behr tarafından da kullanıldı. Burada da tek ray, «A» biçimli sehpa üstüne kurulmuştu. Ama ayrıca, iki yanda iki denge, iki de kılavuz ray yeralıyordu. Böylece aracın ağır-

G. Bennie tarafından tasarlanan ve 1930'da İskoçya'da gerçekleştirilen tek raylı sistem. (altta) Bu hat kısa bir deney hattıydı ve tren, bir uçak pervanesiyle tahrik ediliyordu.

lığını bir tek rayın taşımasına karşılık, gerçekte sistemde beş ray bulunuyordu. Araç 55 ton ağırlığındaydı ve iki tane dört tekerlekli bojisi vardı. İngiltere'de yapılan bu aracın motorlarının toplam gücü 600 BG kadardı. Saatte 134 km yapabilen araç, özel denemelerde 161 km hıza ulaştı.

Cayroskopik tek raylar: Doğrudan yere yerleştirilmiş tek raylı demiryollarının yapımı, trenlerin dik durmasını sağlamak için CAYROSKOP'un kullanılması sonucunu doğurmuştur. Cayroskop, eksen açısında ortaya çıkabilecek herhangi bir değişikliğe karşı koyan, hızla dönen bir tekerlektir.

Gerçekten tek ray üstünde gidebilen ilk tren, İrlandalı Louis Brennan tarafından askeri amaçlarla 1909-1910 yıllarında yapıldı. 50 insan ve 10 ton yük taşıyabilen bu araç, ters yönlerde dönen iki cayroskop tarafından dengede tutuluyordu.

Yalnızca altı yolcu ve bir sürücü taşıyabilen buna benzer bir araç da August Scherl tarafından 1909 yılında Berlin'de halka gösterildi. İki sistemde de araçlar, tıpkı bisikletler gibi, virajlarda yana yatabiliyorlardı. Scherl'inki elektrikli bir araçtı; Brennan'ınkiyse petrol gücüyle çalışıyordu.

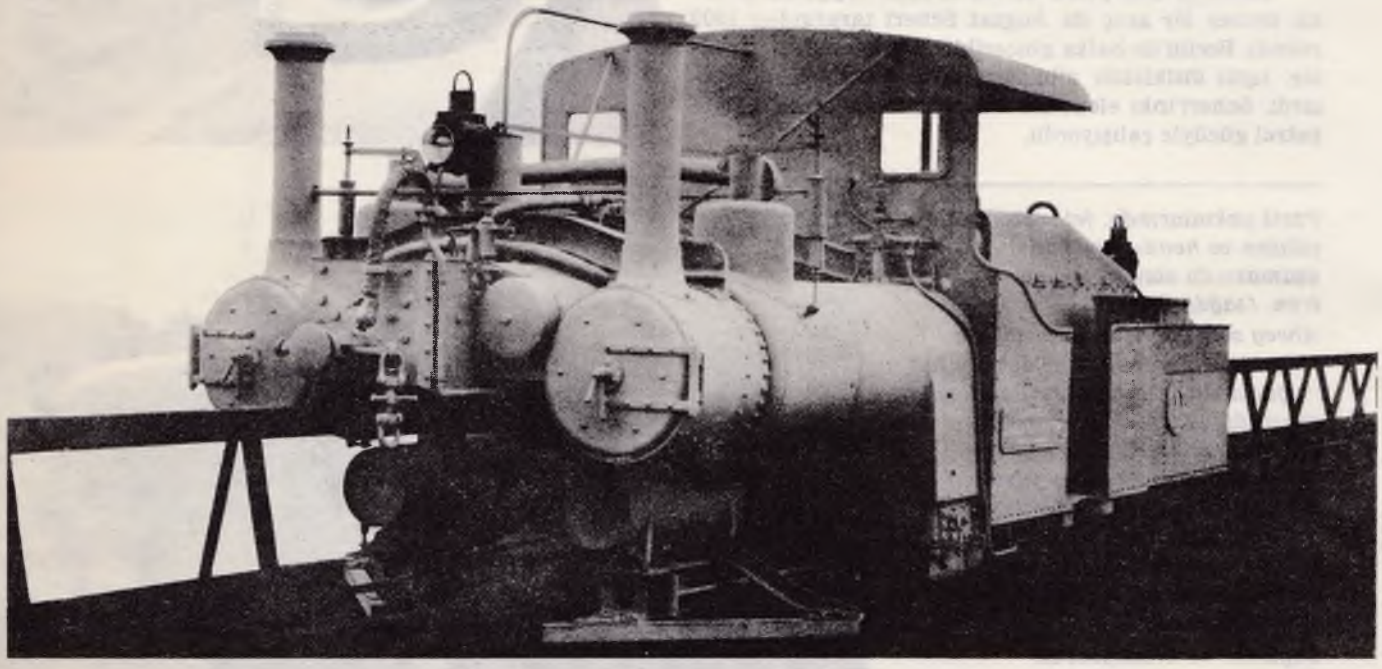
Paris yakınlarında, jet motoruyla çalışan ve henüz deneme aşamasında olan tek raylı tren. (sağda üstte)

Alweg sistemleri, en başarılı tek raylı sistemlerdir. Tokyo'daki bu hat (sağda altta) şehir merkezi ile havaalanı arasında çalışmaktadır. Alweg sisteminde tek bir beton kiriş üstünde 5 taşıyıcı yüzey vardır. Kirişin üstünde lastik bir tekerlek yol alır; yanlardan da ikişer tekerlek destekler. Elektrik yandaki hatlardan alınır. Bu hat 13,3 km uzunluğundadır.

İngiltere'de Blackpool'da İsviçre'li Habegger Thun tarafından yapılan tek raylı hat. (altta)

Havai demiryolu da denen tek raylı SAFEGE sistemi, Fransa'da gerçekleştirilmiştir. (sağda) Tren bir çelik kutu kirişe asılıdır. Her vagonun 4 tekerlekli 2 bojisi vardır. Tekerlekler çelik kutu kirişe içten oturur. Her bojide iki elektrikli motor bulunur. Bu motorlar dişliler aracılığıyla bir çift tekerleği döndürür. Ayrıca her bojide 4 küçük yatay kılavuz tekerleği vardır.

İrlanda'da 35 yılı aşkın bir süre çalışmış Lartigue sistemi. (solda ve altta) Lokomotifin iki kazanı arasında bir basınç dengeleme borusu vardı. Lokomotif, çapları 0,75 m olan 3 tekerlek üstünde hareket ediyordu. Merkezî rayın ağırlığı metre başına 13 kg'dı. Makas değiştirme, soldaki resimde de görüldüğü gibi, bir rayın bütünüyle bir döner tablayla döndürülerek, başka bir hatla birleştirilmesi yoluyla gerçekleştiriliyordu.



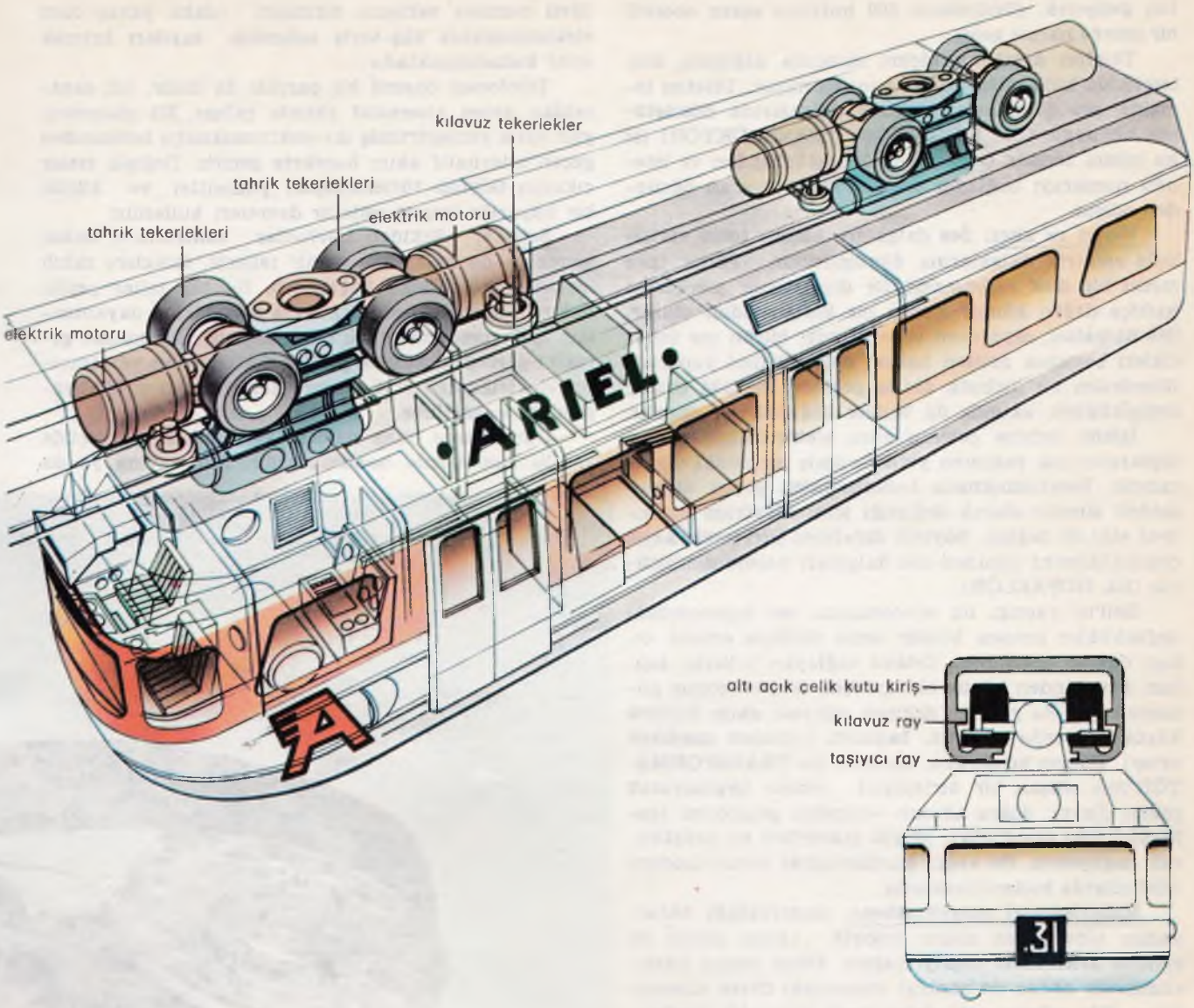
Cayroskoplu tek raylı sistemlerin bir sakıncası, tren durduğu zaman bile aracı dengede tutmak için cayroskopa harcanan enerjiydi.

Üst kılavuz raylar: Yere yerleştirilmiş tek ray üstünde gidebilen sistemler de yapılmış, ama bunlarda trenin dikine durabilmesi için bir üst kılavuz rayı kullanmak gerekmişti. Trenin üstüne takılan tekerlekler, kılavuz raya geçerdi. Ne var ki, kılavuz ray için gerekli destekler, tek raylı demiryollarının başlıca üstünlüğü olan az yer kaplama özelliğini ortadan kaldırıyordu.

Alweg sistemleri: En başarılı çağdaş tek ray sistemi, İsveçli bir bilim adamı olan Dr. Axel L. Wenner-Gren tarafından geliştirilmiştir. Alweg sisteminde beton destekler üstünde taşınan bir beton putrel bulunur. Bu putrel, yüksekte, yer yüzeyinde ya da bir tünel içinde olabilir. Lastik kaplı tekerlekler, putrelin iki yanında yeralır. Ayrıca, iki dizi yatay tekerlek vardır. Yatay tekerlekler, putrelin üstüne ve altına dayanır. Böylece, bu sistemde de, Behr sistemi gibi, beş taşıma yüzeyi oluşur. Ama Alweg'de, çelikten bir şebeke yerine, bir tek putrel bulunur. Taşıma tekerlekleri uygun biçimde kapanarak, aracın orta çizgisi boyunca toplanır. Elektrik akımı, putrelin kenarındaki elektrik hattından alınır. Alweg sistemiyle bir dizi başarılı hat kurulmuştur. Bunlara örnek olarak, Tokyo ile Haneda havaalanı arasındaki 13,5 km uzunluğunda hat gösterilebilir.

Alweg ilkesine dayanan başka sistemler de vardır. Bunlar arasında tarım alanlarında ve endüstri kuruluşlarında kullanılanlar da sayılabilir. Bütün sistemlerde, trenlerin bir raydan öteki raya geçirilmesi için yeni bir bağlantı kurma amacıyla, yan raylar kullanılır ya da ana rayın öteki raya bağlanması sağlanır.

Öteki sistemler: Bir başka tek raylı sistemde de araç, bir taşıma rayına asılır. Tekerlekler, aracın orta



çizgisi üstündedir. Böylece araç ile ray arasındaki destekler bir yana toplanır. Bu durum, rayın öteki yandan desteklenmesini sağlar. Böyle bir sistem, 1898 - 1901 yılında Almanya'da Barmen ile Elberfeld arasında kurulmuş ve 1903 yılında 13 km'ye uzatılmıştır (günümüzde hâlâ kullanılır). Keskin virajlar nedeniyle tek raylı sistem, söz konusu yola çift raylı sistemden daha uygundur. Büyük bir bölümü akarsu üstünde bulunan demiryolu, çelikten yapılmıştır. Hatta yeralan makaslar, eğimli bir düzlem oluşturan makas dili biçimindedirler. Aracın tekerlekleri, bu düzlem üstünde yükselip yan raylara geçer.

Fransa'da geliştirilen ve «SAFEGE» diye adlandırılan bir başka modern sistemdeyse, içinden araç desteklerinin geçirildiği çelik kutu görünümlü bir «ray» vardır. Rayın (ya da kutu kirişin) içinde, iki ayrı ray daha yeralır. Böylece araçlar, gerçekte iki ray üstünde yol alan dört tekerlekli bojilere asılır.

TEKSTİL Bk. KUMAŞ

TELEFERİK Bk. KABLOLU ULAŞIM ARAÇLARI

TELEFON

Alexander Graham BELL, tasarılarından söz ederken, telefonla iletişim ilkesini şöyle belirtmişti: «Elektrik akımının şiddetini, ses oluşumunda hava yoğunluğunun değiştiği gibi değiştirebilseydim, konuşmaları telle iletebilirdim.» 1875'te, titreşen bir saat yayının sesini telle iletebilecek aygıtı yapmaya girişen Bell, 10 Mart 1876'da başka bir odada bulunan yardımcısına ilk cümleyi iletmeyi başardı. O günden bu yana tele-

fon gelişerek, günümüzde 300 milyonu aşkın aboneli bir şebeke haline geldi.

Telefon aygıtının biçimi zamanla değişmiş, ama telefonda kullanılan ilkeler aynı kalmıştır. Telefon temelde, ses dalgalarını elektrik dalgalarına dönüştüren bir aygıt (Bk. MİKROFON; TRANSDÜKTÖR) ile bu işlemi tersine çeviren bir dönüştürücüden ve istenen numarayı bağlayıp aranan kişiyi uyaran öğelerden oluşur.

Verici ve alıcı: Ses dalgaları, kömür tozlu vericilerle elektrik dalgalarına dönüştürülür. Verici, ince metal bir disk *(diyafram)* ile diyaframın merkezine hafifçe değen kömür içeren bir koruyucudan oluşur. Ses dalgaları, diyaframı titreştirerek, bütün toz tanecikleri boyunca iletilen basınç değişiklikleri yaparlar. Kömürden bir elektrik akımı geçince, tozdaki basınç değişiklikleri, akımda da benzer değişiklikler yaratır.

İşlemi tersine çeviren alıcı, elektromıknatıs kutuplarının çok yakınına yerleştirilmiş bir metal diyaframdır. Elektromıknatıs bobinlerinden geçen akımın şiddeti sürekli olarak değiştiği için, diyafram üstündeki etki de değişir. Böylece diyafram titreşerek, akım değişikliklerini yeniden ses dalgaları haline dönüştürür (Bk. HOPARLÖR).

Bell'in yaptığı ilk telefonlarda, ses basıncındaki değişiklikler sonucu kömür tozlu iletide ortaya çıkan direnç değişikliği, iletimi sağlayan tellerin toplam direncinden küçük olduğu için, istenen sonuç alınamamıştı. Bu yüzden, değişen «sinyal» akım faktörü küçük oluyordu (sorun, bağlantı kabloları uzadıkça artar). Edison bu sorunu, temelde bir TRANSFORMATÖR'den oluşan bir birleştirici şebeke uygulayarak çözdü. Devre, doğru akımın vericiden geçmesini (çalışması için gereklidir), sinyal faktörünü de çalıştırarak, sağlıyordu. Bu aygıt, günümüzdeki bütün modern telefonlarda kullanılmaktadır.

Haberleşmeyi sinyalleştirme: Santraldaki bataryadan elde edilen doğru elektrik akımı, abone ile santral arasındaki ilişkiyi sağlar. Ahize (alıcı) kaldırıldığında abone ile santral arasındaki devre tamamlanır. Elle çalışan eski sistemlerde, otomatik santrallar kurulmadan önce, abone, bir el jeneratörünü («manyeto» da denir) döndürerek, bir lambayı, bir zili ya da bir göstergeyi çalıştırırdı. Manyeto eski telefonlarda konuşmayı bitirmek için de kullanılırdı. Günümüzde bu işlem, ahizenin yerine konup, devrenin kesilmesiyle sağlanır.

Otomatik işlem aygıtına, aranan numarayı belirtmek için bir «kadran» yerleştirilmiştir. Kadranın görevi, aranan santral devresini, çevrilen numaraya eşdeğer sayıda kesmektir. Kadran, parmakla getirildiği konumdan geri dönerken, bir dişli sistemi, iletim kesici birimini çalıştırır. Sözgelimi «0» çevrildiğinde, on kesilme olur. Kadranın dönüş hızı, dolayısıyle de kesilmelerin oluşma hızı, kadran mekanizmasına bağlı bir merkezkaç REGÜLATÖR tarafından denetlenir.

Birçok ülkede, döner kadranlı telefonların yerini tuşlu telefonlar almıştır. Tuş sisteminde değişik uygulamalar vardır. Ama genellikle, küçük elektronik devreler, OSİLATÖR'ler ve bazı türlerde silikon devre öğeli numara saklama birimleri (daha yavaş olan elektromekanik alış-veriş sırasında sayıları tutmak için) kullanılmaktadır.

Telefonun önemli bir parçası da zildir. Zil, santraldan gelen alternatif akımla çalışır. Zil sistemini, yan yana yerleştirilmiş iki elektromıknatıs bobininden geçen alternatif akım harekete geçirir. Değişik sesler çıkaran telefon türlerindeyse, yükseltici ve küçük bir hoparlör içeren osilatör devreleri kullanılır.

Şebeke: Eskiden telefonlar santrallara, bakır, bronz ya da galvanizli demir tellerle, direklere takılı izolatörler üstünden bağlanırdı. Bu tür teller çeşitli bakımlardan sakıncalıdır: Hava koşullarına dayanmaları için, gerekenden çok daha sağlam yapılmaları gerekir; çevredeki yüksek gerilim hatlarından ve atmosfer elektriğinden etkilenirler; görünümleri çirkin, yapımları masraflıdır.

Günümüzde hava hatları, yerlerini büyük ölçüde yeraltı kablolarına bırakmışlardır. Alüminyum ya da

kadmiyum bakır iletkenlerden oluşan kabloların çevresi kağıt ya da polietilen yalıtkanla sarılıdır. Kablolar, kurşun ya da polietilen kaplı da olabilir, içlerinde 1 - 4 800 çift kablo bulunur.

Kalın kablolar, telefon dağıtım istasyonlarında son bulan daha küçük kablolara ayrılırlar. Bu istasyonlardan da, abonelerin evlerine dağılan çiftli kablolar ayrılır. Telefon sayısının yüksek olduğu bölgelerde, dağıtım istasyonları, genellikle 10-15 çift kablo taşıyan bir yeraltı kablosundan beslenen direklerdir. Hatlar direğin tepesinden dağılır. Bu hatlar çıplak bakır-kadmiyum alaşımıyla ya da PVC'yle yalıtılmış, bakır kaplı çelik tellerdir.

Santrallar: Ana kablolar, yeraltından santrallara gelir ve kabloları ayrı çiftlere ayıran dağıtım tablolarında son bulur. Ulusal telefon sistemleri birbirlerinden farklıdır. Ama birçok ülkede, otomatik santrallar kullanılır. Elle çalışan santrallarda, telefon telleri kablolara bağlıdır. Görevliler, fişlerle iki telefon devresini birbirine bağlarlar. Devre tamamlandığı, yani aranan abone telefonunu açtığı zaman bir ışık yanar.

Otomatikleştirme işleminde ilk adım, 1889'da Kansas'lı Almon B. Strowger'ın, bir elektromekanik seçici anahtar bulmasıyla atılmıştır. Strowger, santralda da telefon numarasının çevrilmesiyle çalışan çok ko-

Tipik bir telefon aygıtı. (altta solda) Bunu santrala bağlayan iki tel, hem ses sinyallerini, hem de santral-anahtar aygıtını denetlemek için gerekli vuruları yönetir.

Modern tuşlu telefon. (altta sağda) Arayan, düğmelere istediği hızda basabilir. Yaklaşık 0,065 cm²'lik bir alanda 1 200 yarıiletken öğe içeren entegre devreler, 18 rakamlı bir numarayı, sistem için elverişli hızda santrallara yollarlar. Strowger aygıtları çok yavaştır.

numlu bir anahtar yapmayı düşünmüştür. Seçici adı verilen Strowger ilkesiyle çalışan anahtarlar, günümüzde bazı ülkelerde hâlâ kullanılmaktadır.

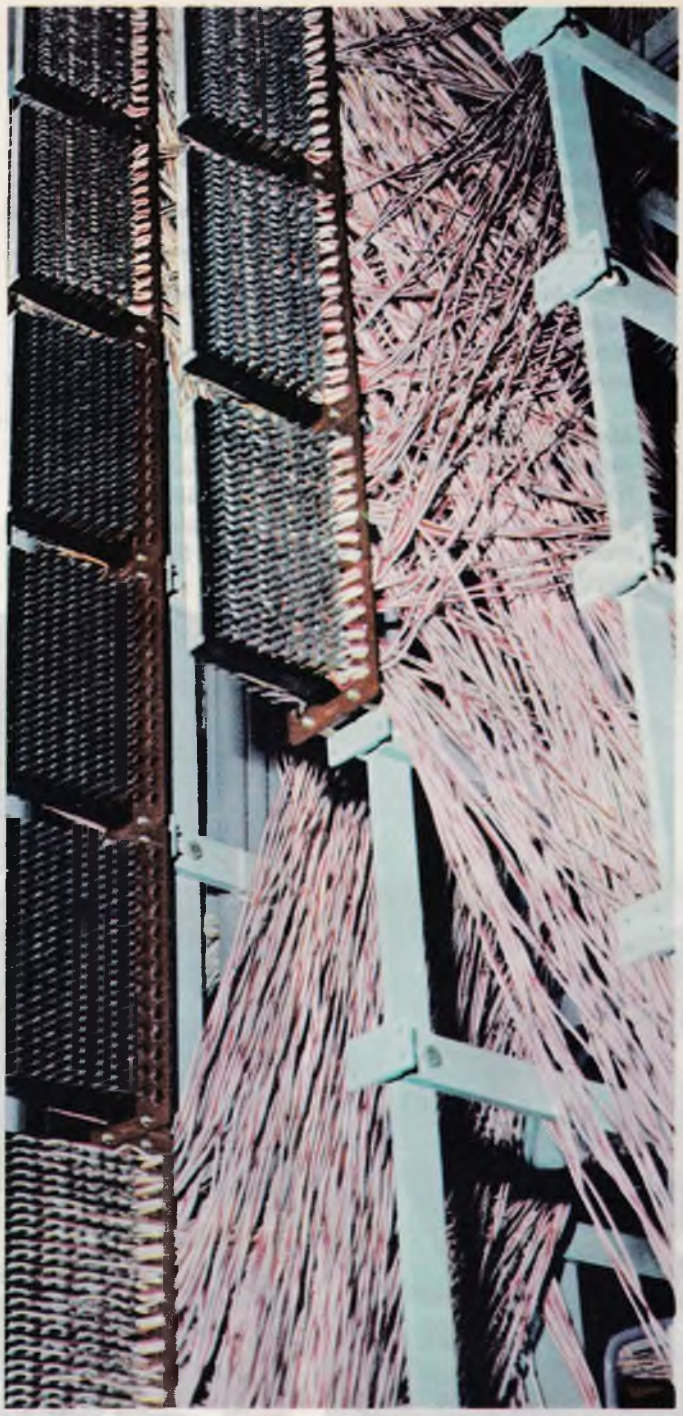
Birçok ülkede kullanılan bir başka sistemde de seçici, «*süpürücü düzenek*» adı verilen bir dizi hareketli temas kolundan ve bunlarla ilişkili bir dizi hareketsiz temas noktasından oluşur. Strowger anahtarının gelişmiş bir biçimi olan *ana hat arama* anahtarları, bir numara arandığında, otomatik olarak boş bir kanal bulana kadar uçlar boyunca hareket eder.

Bir abone telefonunu açtığında, abone - santral devresi tamamlanır ve «tek seçici» adı verilen dönen bir anahtar, boş bir Strowger anahtarı (birinci seçici) aramaya başlar. Boş birinci seçici bulunduğunda, tek seçici durur ve otomatik olarak, arayanın telefonuna çevir sesi gelir. Tek seçicinin yerini zamanla *iki-hareketli seçici* almıştır. Bu tür seçicinin temas kolları iki düzlemde hareket edebilir. Seçicilerin birden çok temas noktası olabilir. Bunların her biri «*düzey*» adı verilen, yatay kemer biçimli on tabakadan oluşur. Her düzey üstünde, eşit aralıklı on temas noktası vardır. Noktalar, kolları taşıyan şaft ile düzeyler aynı eksen üstünde olacak biçimde yerleştirilmiştir. Böylece kollar şaftın iki hareketiyle (dikey ve döner) herhangi bir temas noktasına gelebilirler. Şaft bir kastanyola ve mandal sistemiyle hareket ettirilir. Sözgelimi, aranması istenen numara 3 487 ise, çevrilen ilk sayı (3) birinci seçicinin temas kolunu, temasların üçüncü sırasına kaldırır. Bu sıranın temas noktaları, ikinci seçicilere bağlıdır. Birinci seçici, üçüncü sırayı, boş bir temas noktası bulana kadar tarar. Temas yapılamazsa, arayana meşgul sesi gönderilir. Hat bulunduğunda, denetim ikinci seçicinin temas koluna geçer ve dördüncü (çevrilen ikinci sayı 4 ise) sıraya kalkar ve işlem ilk seçicide olduğu gibi sürüp gider.

Son seçici, abonelerin hatlarına bağlıdır. Çevrilen üçüncü sayı, yani 8 kolu, 8'e, dördüncüyse 7'ye çevirerek aranan numarayı tamamlar. Son seçicide denetim devresi, aranan abonenin hattını denetleyecek biçimde düzenlenmiştir. Hat dolu değilse, zili çalmak için değişken akım yollanır, arayana da bir arama sesi gelir. Hat doluysa, arayana daha değişik ve hızlı bir sinyal gelir (meşgul sesi) ve arama kaydedilmez. Arayan sonunda ahizeyi yerine koyduğunda, seçiciler normal konumlarına döner. Kuramsal olarak bu biçimde, bir abone, 9 999 aboneyle konuşabilir, ama uygulamada bu kapasite daha düşüktür.

Birinci seçicilerin başka bir düzeyi (sekizincisi) yakın santrallarla bağlantı kurmak için ikinci seçicilere, birinci seçicilerin dokuzuncu düzeyi de sekizincilerden daha uzaktaki santrallara bağlanmıştır. Çevrede çok sayıda santralın bulunduğu durumlarda fazla çıkış elde etmek için, üçüncü seçiciler ikinci seçicilerin düzeylerine bağlanırlar. Başka düzeyler de, ilkyardım ve bilgi hizmetlerine ayrılır. Bu doğrudan arama hizmeti kolaylığı, abonelerin, birinci seçicilerinin en az dört düzeyini kullanamamaları demektir. Böylece kapasite, yaklaşık 6 000 hatta düşer.

Başka santrallardan gelen devreler doğrudan, o santraldaki abonelerde ve çıkışı olan birinci seçicilerde sonlanır. Dış hatlara çıkış, santralların, öteki santrallar arasındaki aramalarda bir anahtar görevi yapmasını sağlar. Böylece her santraldan doğrudan çıkış devresine gerek kalmaz. Böyle bir bağlantının arama kodu, arayandan, yakındaki bir santrala, oradan da onun yakınındakine ve aradığı en son santrala ulaşır.



Bahreyn telefon santralının çapraz bağlantı levhaları. (üstte) Santrala bağlı her abonenin bir çift teli vardır.

Ülkeler, her birinde bir merkez santral bulunan, çeşitli santral gruplarına ayrılmıştır. İki grup numaralama kullanılır. Eski sistem, gruptaki değişik noktalardan aynı santrala değişik bir kod çevrilmesini gerektirir. Günümüzdeyse, grubun bütün noktalarından aynı beş ya da altı rakamlı numara çevrilebilir. İstenmeyen rakamlar aygıt tarafından tutulur. Ana santrala yakın olan santrallar, «uydu santral» diye adlandırılır ve tam bağlantılı olabilir. Doğrudan bağlantısı olmayan öteki santrallara bağlanmak için, ana santraldan yararlanılır.

Gelişmeler: Ne tür santral kullanılırsa kullanılsın, elektrik akımının uzaklara gönderilmesinde çeşitli sorunlar ortaya çıkmaktadır. Eskiden kullanılan çok kalın kablolar, dirençleri düşük olduğundan, akımın serbestçe akmasını sağlarlardı. Günümüzde uzak mesafe telefon devreleri, her konuşma yönü için YÜKSELTİCİler içeren, bir dizi yineleyiciden geçmektedir. Genlik modülasyonu kullanılarak, aynı kablodan değişik *taşıyıcı frekanslar*da pek çok konuşma yapılabilir.

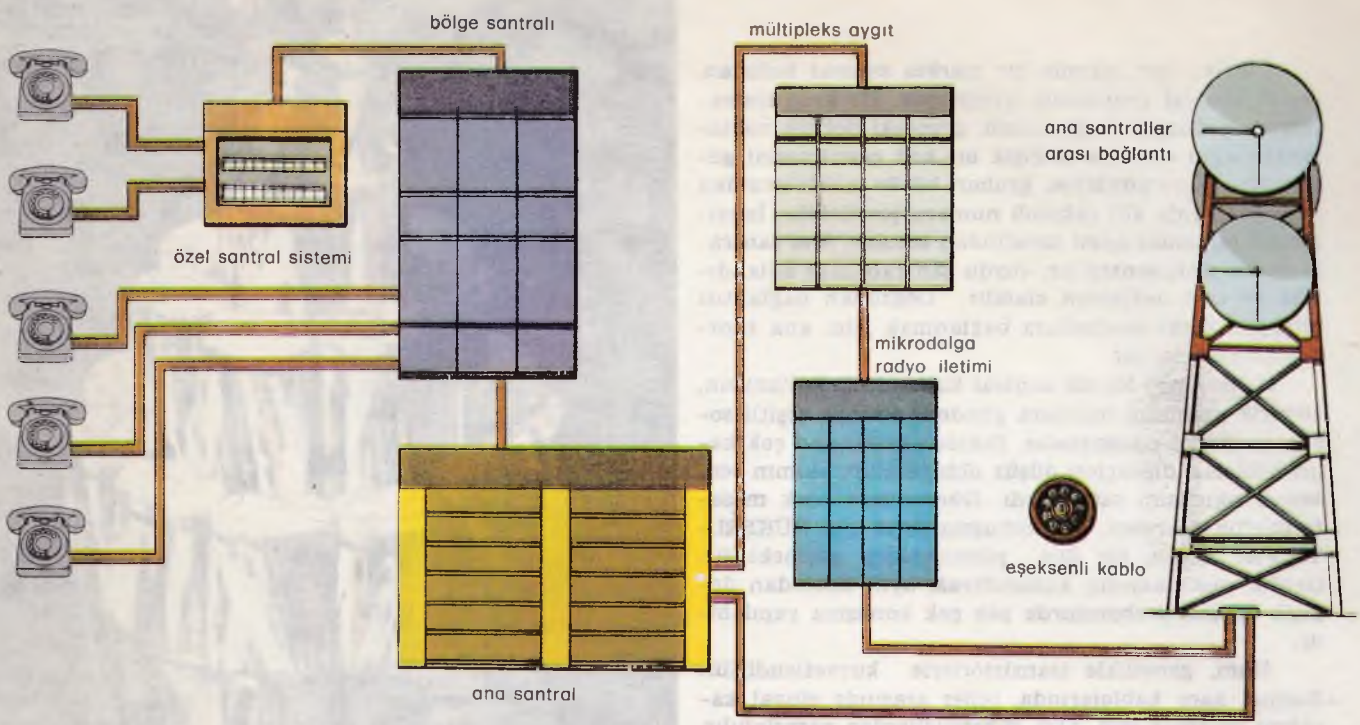
Akım, genellikle transistörlerle kuvvetlendirilir. Normal kara kablolarında, teller arasında sinyal kaçağını önlemek için, ayrı yükselticilerden yararlanılır. Ama denizaltı kablolarında, daha karmaşık iki yönlü yükseltici kullanılabilir.

Kısa mesafelerde, aynı anda iki çift telde 30 kadar telefon görüşmesini kaldırabilen yeni bir sistemde, VURU KOD MODÜLASYONU yöntemi kullanılır. Bu sistem, analog sinyali bir dizi vuruya dönüştürmeye dayanır. Sinyaller, özgün sinyalin genliğini, iletilmesi gereken sinyalin en üst frekansının iki katı frekansta denetlenen ikili bir kodla belirtir. Normal konuşma Hİ-Fİ gerektirmeyeceğinden, iletilmesi gereken en üst frekans yalnızca 4 kHz'dir ve denetim hızı 8 kHz (saniyede 8 000 denetim araması) olacaktır. Frekansları megahertz (MHz) değerinde taşıyabilen eşeksenli kablolar da yapılmıştır. Bunlar, pek çok vuru kod modülasyonlu sinyali aynı anda alabilir. Alıcıdaki bir kod çözücüsü (dekoder ya da geri kodlayıcı) vuruları yeniden analog sinyale dönüştürür.

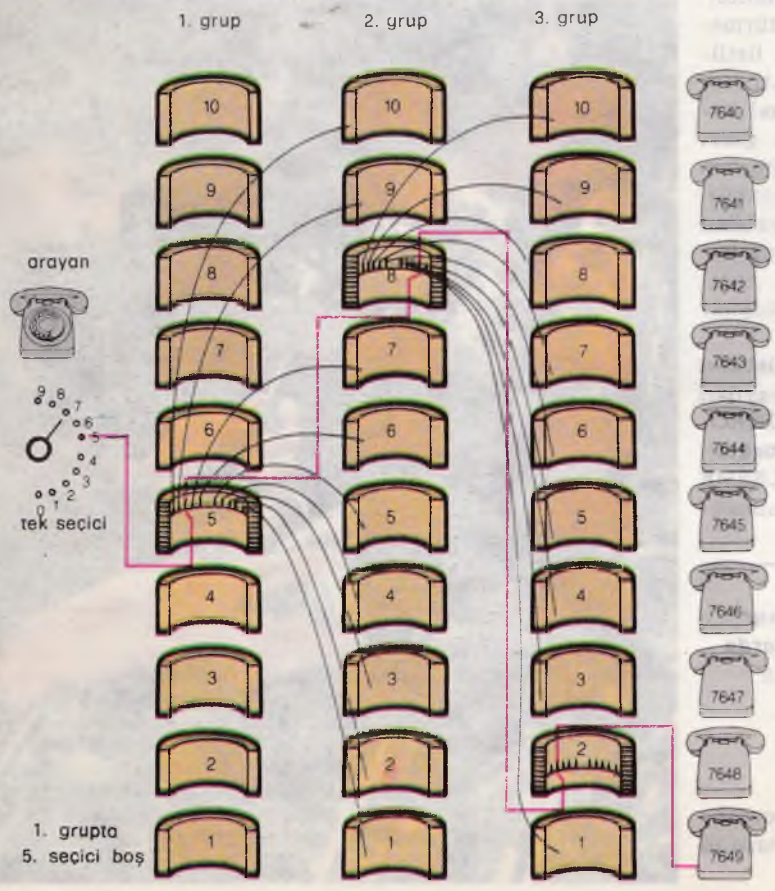
Başka bir seçenek de radyodur. Yönlendirilebilen çanak ya da boynuz biçimli antenler arasında yayılan yüksek frekanslı radyo dalgalarıyla, radyo MİKRODALGA şebekeleri, büyük santralları birbirine bağlar. Uzak mesafe telefon konuşmalarında, HABERLEŞME UYDULARI'yla yollanan mikrodalgalar kullanılmak-

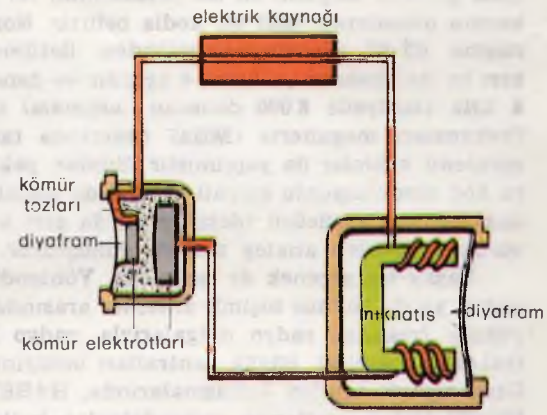
Bir çoklu kabloda yaklaşık 4 800 çift tel bulunur. (sağda üstte) Kablo yeraltına döşenir; santrallarda dağıtım levhasına bağlanır, yoldaysa telefonlara uzanan çiftler halinde dağılır.

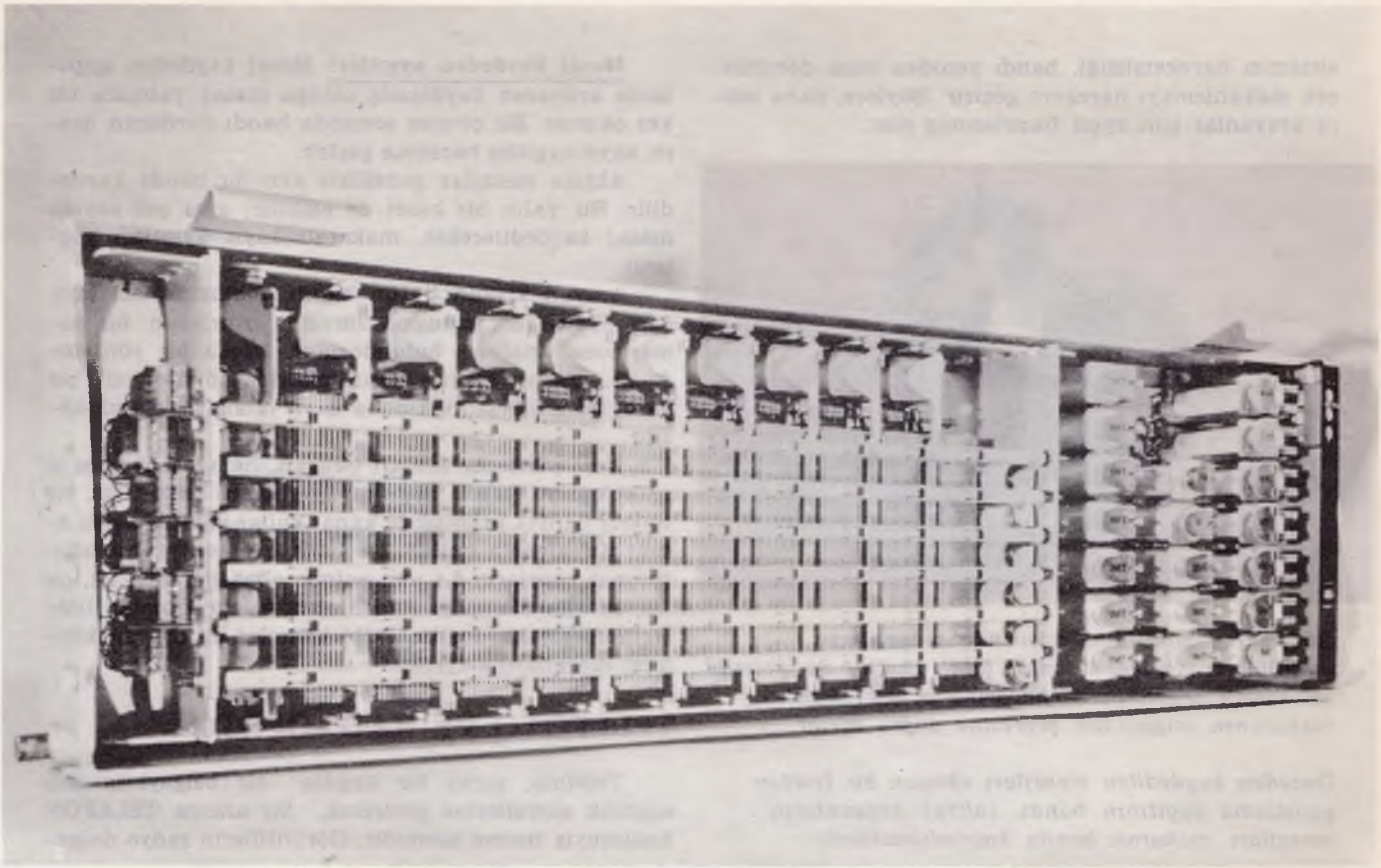
Strowger santral aygıtlarında kullanılan tek seçicilerin denenmesi. (sağda altta) Yüklü bir santralda, her giren hattın kendi tek seçicisi vardır. Bu seçici boş bir birinci seçiciyi bulduğunda, arayana çevir sesi gönderilir.



7649'un çevrilmesi







Bir telefon santralı için elektromekanik anahtar matrisi. (üstte) Matrisin 10 girişi ve 28 çıkışı vardır.

Telefonlar bölge santralına ya doğrudan bağlıdırlar ya da özel bir santraldan geçerek bağlanırlar. (solda) Bölge santralları, yerel koşullara göre düzenlenmişlerdir. 600-20 000 arasında aboneye hizmet verebilirler. Uzak mesafe telefon bağlantıları, mültipleks aygıtlar kullanılarak ya da bir mikrodalga sistemiyle, tek bir kabloda 2 700 konuşmaya olanak sağlar. Bir Strowger sistemde ahize kaldırıldığında, bir tek seçici ilk boş seçiciyi bulur. Çevrilen ilk rakam, bunu, ikinci serbest seçiciye bağlar ve böylece süren işlem sonunda aranan numara bulunur. Telefonun mikrofonu ve kulaklığı, yalın, sağlam bir yapıdadır.

tadır. Aboneler, okyanuslar üstünde bulunan uydularla dünyanın aşağı yukarı bütün ülkeleriyle iletişim kurabilmektedirler.

TELEFON YANITLAMA AYGITI

Telefon yanıtlama aygıtı, evde bulunmayan bir abonenin, kendisini arayan kişilere ulaştıracağı mesajı ileten bir aygıttır. Bazılarında, arayan kişinin mesajını kaydetmeye yarayan donanım da bulunur. Hem arananın, hem de arayanın mesajı magnetik banda kaydedilir (Bk. TEYP).

Söz konusu işlemleri gerçekleştiren pek çok sistem geliştirilmiştir; ama bunların tümünde kullanılan teknikler birbirine benzer. Yanıtlama aygıtı telefona bağlanır ve gücünü elektrik şebekesinden alır.

Aygıt, normal bir telefonda, zili çalan alternatif akımla çalışmaya başlar. Alternatif akım doğrultularak (Bk. DOĞRULTMAÇ), bir KONDANSATÖR'ü yükleyen doğru akım haline gelir. Elektronik bir düğmeyi devreye sokacak yeterli gerilim elde edilene kadar (yaklaşık 10 saniye), kondansatörden akım geçer. Bu da aygıtı harekete geçirir.

Yalnızca yanıt veren aygıtlar: İletilecek mesaj, önceden bir banda kaydedilir. Çağdaş kayıt aygıtlarında, gerektiğinde eski mesajı silecek bir silici kafa da bulunur.

Aygıt harekete geçtiğinde, mesaj genellikle bir kez çalınır ve teyp otomatik olarak durur. Bazı aygıtlarda, özellikle kısa mesajların söz konusu olduğu durumlarda (15-30 san'lik) bandın iki kez döndürülmesi, yani mesajın iki kez yinelenmesi sağlanır.

Bandın bir çevrimi tamamlaması, çeşitli yollardan belirlenebilir. Bir sistemde, bant bir FOTOSEL önünden geçtiğinde aygıtı harekete geçirecek bir delik açılmıştır. Fotosel de motoru durduracak devreye kumanda eder. Başka bir teknikte, banda küçük bir iletken metal şerit yapıştırılır. Bu kesim, iki karşı uç arasından geçerken devreyi kapatır ve motoru durduracak bir düğmeyi ya da RÖLE'yi harekete geçirir. Bazı makinalarda, bant kalınlığındaki artışı saptayan bir aygıt, motoru durdurur. Devre kapandıktan sonra,

sistemin hareketsizliği, bandı yeniden başa döndürecek mekanizmayı harekete geçirir. Böylece, daha sonra arayanlar için aygıt hazırlanmış olur.

Bir telefon yanıtlama aygıtında arayanların mesajlarını kaydeden sonsuz bant. (üstte) Bu, evlerde kullanılan teyplerin kartuşlarına benzer. Bant, makaranın ortasından çevresine doğru sarılır.

Önceden kaydedilen mesajları okuyan bir telefon yanıtlama aygıtının bandı. (altta) Arayanların mesajları makaralı banda kaydedilmektedir.

Mesaj kaydeden aygıtlar: Mesaj kaydeden aygıtlarda arananın kaydetmiş olduğu mesaj, yalnızca bir kez okunur. Bir çevrim sonunda bandı durduran devre, kayıt aygıtını harekete geçirir.

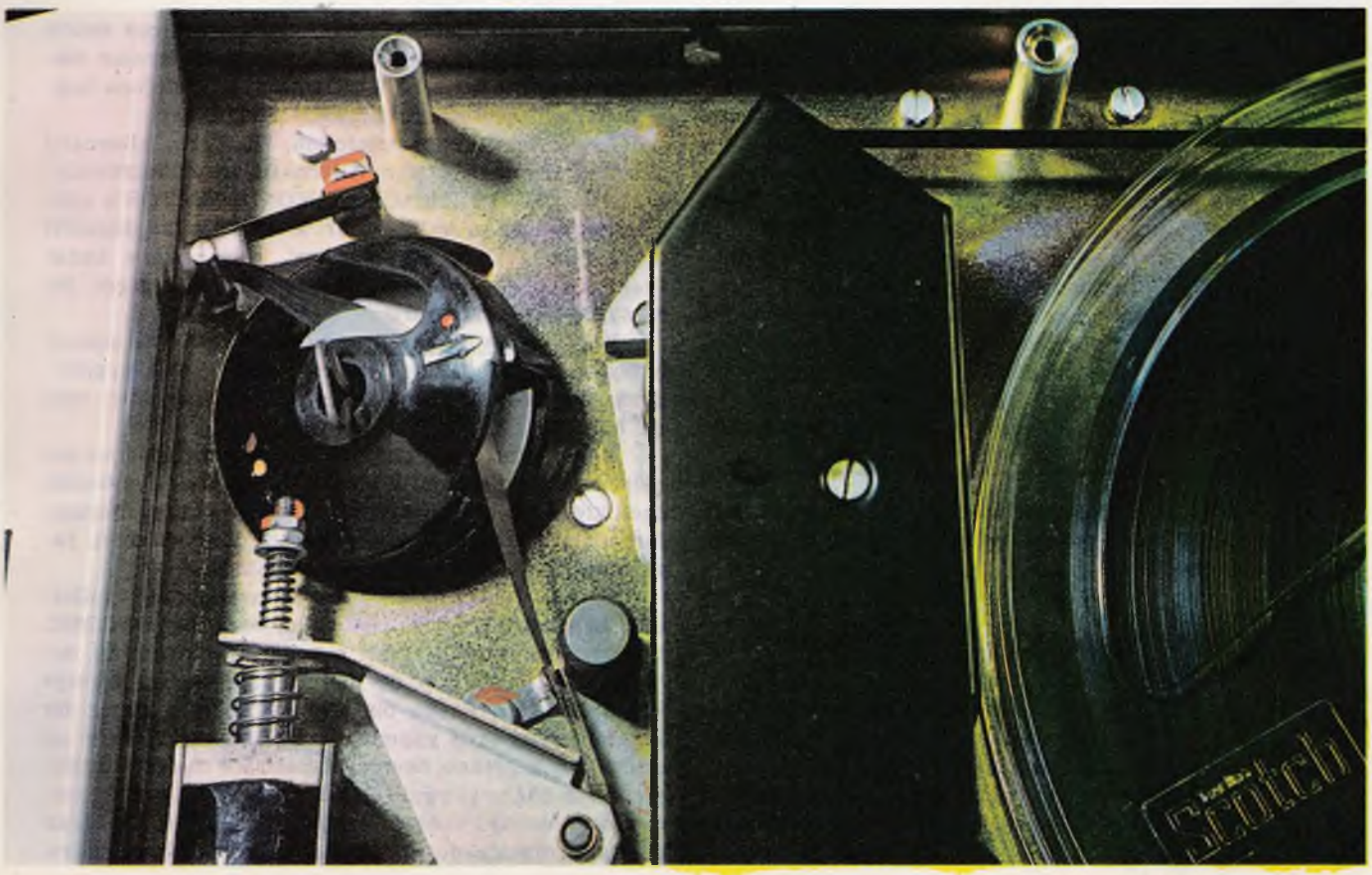
Alınan mesajlar genellikle ayrı bir banda kaydedilir. Bu, yalın bir kaset de olabilir; ama çok sayıda mesaj kaydedilecekse, makaralı kayıt aygıtları yeğlenir.

Arayan kişinin bütün bandı doldurmaması için, bazı aygıtlarda, konuşma süresini sınırlayan bir zamanlama anahtarı bulundurulur. Başka bir yöntemde de, arayan kişinin konuşmasında 15 saniyelik bir duraklama olursa, makinada kayıt otomatik olarak kesilir.

Hem verilecek mesajı okuyan, hem de aynı bant üstüne kayıt yapan aygıtlar da geliştirilmiştir. Bu, bir sonsuz bantta, yaklaşık 30 kanal kullanılmasıyla elde edilir. Bu amaçla kullanılan bant çok geniş olmalıdır. Normal bantların 6,4 mm eninde olmasına karşılık, bu tür bantlar 35mm'ye kadar olabilir. Bir kanala, iletilecek mesaj kaydedilir, öteki kanallar da arayan kişilerin mesajlarına ayrılır.

TELEFOTO VE RADYOFOTO

Telefoto, *verici* bir aygıtla bir belgeyi tarayıp elektrik sinyallerine çevirerek, bir *alıcıya* TELEFON kablosuyla iletme işlemidir. Görüntülerin radyo dalga-



larıyla iletilmesini sağlayan sistemlere de «radyofoto» denir. Alıcı, sinyallerle belgenin tam benzerini yaratır.

İlk telefoto aygıtı 1842'de İskoçyalı Alexander Bain tarafından yapıldı. Günümüzdekilere oranla oldukça yalın sayılabilecek bu aygıtta, üstü gomalak (sarı renkli doğal reçine) kaplı bir metal yüzeye, sarkaçla görüntü çizilmekteydi.

Verici: Telefoto sistemleri radyofotodan daha yaygındır. Telefonun başlıca üstünlüğü, telefon hattı bulunan her yerde kullanılabilmesidir. Ancak telefon, ses iletimi için geliştirilmiş bir aygıt olduğundan, frekans sınırı kısıtlıdır. Konuşma sesi, 300-3 400 Hz sınırları içindeki ses dalgalarından oluşur, telefon da buna göre hazırlanmıştır. Bu yüzden telefotonun, telefon sisteminden yararlanabilmesi için, görüntü sinyallerini bu sınırlar içinde üretmesi gerekir. Söz konusu frekanslar dışındaki sinyaller, parazite ve kopya niteliğinin bozulmasına yolaçar.

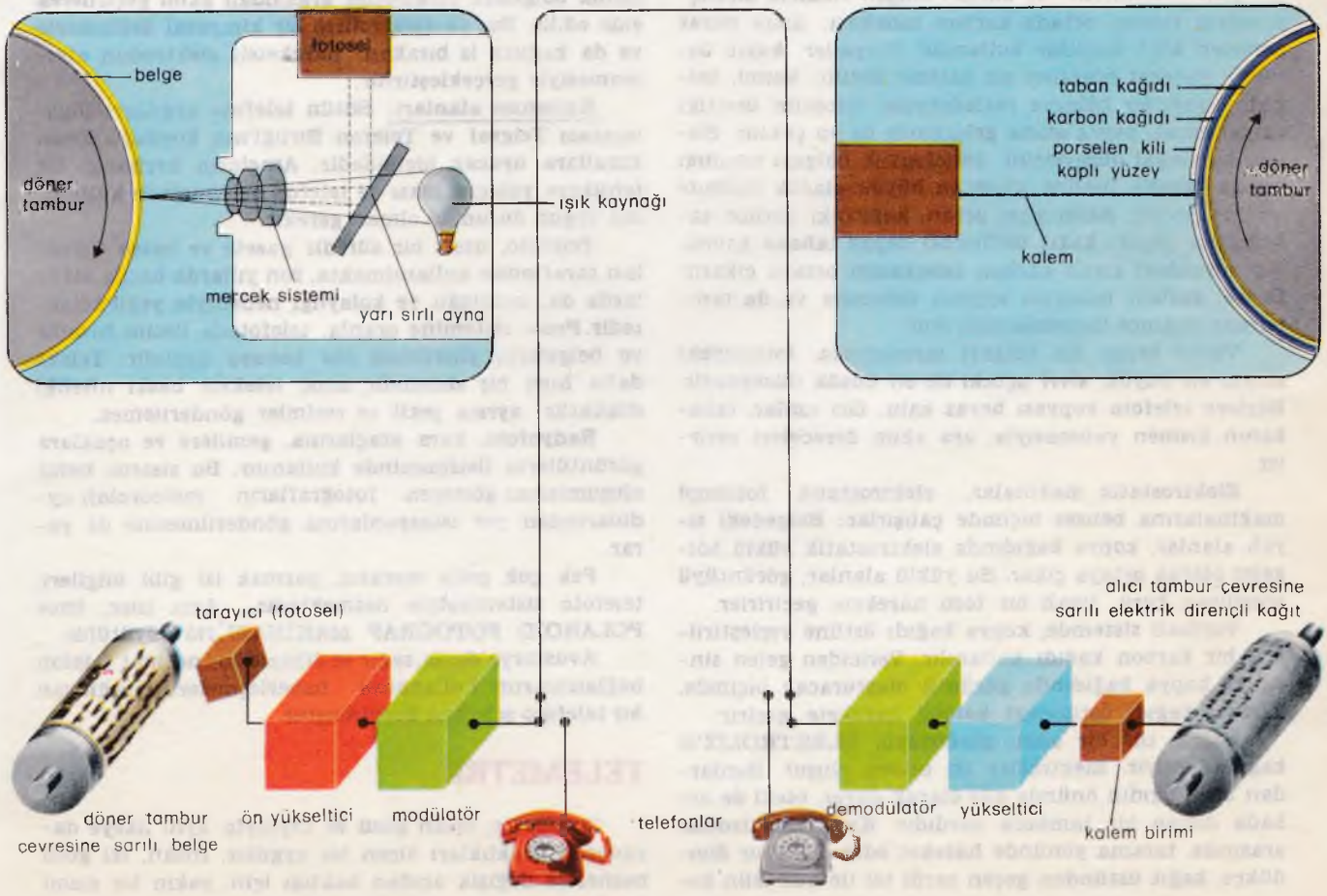
İletilecek belge aygıta verilir ve kağıt üstündeki görüntü, FOTOSEL'li bir bulucu tarafından okunup elektrik sinyallerine dönüştürülür. Belge, tarayıcıya değerek geçen bir silindire sarılabileceği gibi, tarayıcının önünden düz halde de geçirilebilir (düzlem yüzey tipi).

Belge aydınlatılır. Bulucunun ürettiği sinyal, kağıttan bulucuya yansıyan ışık ile orantılıdır. Beyaz alanlar ışığın büyük bir bölümünü yansıtır, siyah bölgeler aşağı yukarı hiç ışık yansıtmaz. Gri tonlarsa bu iki değer arasında değişir. Bulucudan gelen sinyal kuvvetlendirilir ve radyoyla (radyofotoda) ya da telefonla (telefotoda) iletilebilecek bir ses sinyaline dönüştürülür (FM ya da AM).

Alıcı: Alıcı, kullanılan verici tipine göre, ya silindir ya da düzlem yüzey ilkesine göre çalışır. İletilen görüntünün kağıt üstüne geçirilmesinde çeşitli yöntemlerden yararlanılabilir. Ama bütün yöntemlerde, gelen sinyalin önce demodüle edilip, vericideki bulucunun ürettiğine benzeyen, dalgalı bir sinyal üretmesi gerekir. Bu sinyal, bir tahrik yükselticisinden geçirildikten sonra, kayıt sistemini harekete geçirmede kullanılır.

Fotoğrafların nitelikli olması için (sözgelimi, gazete fotoları), görüntü, optik olarak fotoğraf filmine kaydedilebilir (film sonradan, normal yoldan develope edilir). Bazı sistemlerde de görüntü, *ısılı*, *elektrikli*, ELEKTROSTATİK ve *vurmalı* (perküsyonlu) teknikler gibi çeşitli yöntemlerle üretilir. Kopya iletimi başlamadan önce, alıcının iletici ile eşzamanlanmasını sağ-

Döner tambur tipi telefoto verici sistemi. (altta) Soldaki verici, bir fotoselle belgeyi tarar. Sinyal, alıcı makinaya iletilince, elektrik dirençli bir kağıdın üst tabakası yakılarak kopya ortaya çıkarılır.



Bu telefoto makinasında (üstte), eksi yükü kopya kağıdının koyulaştırılacak bölgelerine iletmede sivri uçlu kalem kullanılır.
Haber resimleri genellikle telefotoyla gönderilir. Resimdeki (solda) dik çizgileri, telefon hattındaki elektrik parazitleri oluşturmuştur.

lamak için, faz sinyalleri iletilir.

Isılı sistemlerde, üç kattan oluşan elektrik dirençli (altta taban; ortada karbon tabakası; üstte beyaz porselen kili) kağıtlar kullanılır. Sinyaller, kağıt üstünde hareket edebilen bir kaleme iletilir. Verici, belgede siyah bir bölgeye rasladığında fotoselin ürettiği sinyal en az, beyaz alana geldiğinde de en çoktur. Sistem bu sinyal düzeylerini, iletici siyah bölgeyi taradığı sırada kaleme iletilen akım en büyük olacak biçimde tersine çevirir. Akım sivri uçtan, kağıttaki karbon tabakasına geçer: kağıt üstündeki beyaz tabaka kavrulup, altındaki siyah karbon tabakasını ortaya çıkarır. Devre, karbon tabakası aygıtın tabanına ya da tamburuna değince tamamlanmış olur.

Verici beyaz bir bölgeyi taradığında, fotoseldeki sinyal en büyük, sivri uçtaki de en düşük düzeydedir. Böylece telefoto kopyası beyaz kalır. Gri tonlar, tabakanın kısmen yanmasıyla, ara akım dereceleri verirler.

Elektrostatik makinalar, elektrostatik fotokopi makinalarına benzer biçimde çalışırlar: Belgedeki siyah alanlar, kopya kağıdında elektrostatik yüklü bölgeler olarak ortaya çıkar. Bu yüklü alanlar, görüntüyü oluşturan kuru, siyah bir tozu harekete geçirirler.

Vurmalı sistemde, kopya kağıdı üstüne yerleştirilmiş bir karbon kağıdı kullanılır. Vericiden gelen sinyaller kopya kağıdında görüntü oluşturacak biçimde, karbon kağıdı üstündeki kalemi harekete geçirir.

Başka tür bir alıcı, görüntüyü, ELEKTROLİZ'le kağıda geçirir. Elektrotlar iki telden oluşur. Bunlardan biri kağıdın önünde düz olarak durur, öteki de arkada dönen bir tambura sarılıdır. Kağıt, elektrotlar arasında, tarama yönünde hareket eder. Tambur döndükçe, kağıt üstünden geçen sarılı tel ile düz telin kesişmesi, ikinci tarama yönünü oluşturur. Kopyanın karanlık bölgeleri, elektrotlar arasından akım geçirilerek elde edilir. Bu, ya elektrolitte bir kimyasal değişmeyle ya da kağıtta iz bırakan hareketsiz elektrodun etkilenmesiyle gerçekleştirilir.

Kullanım alanları: Bütün telefoto aygıtları Uluslararası Telgraf ve Telefon Birliği'nin koyduğu kesin kurallara uyacak biçimdedir. Araçların herhangi bir tehlikeye yolaçmaması ve telefon şebekesinde kullanıma uygun durumda olması gerekir.

Telefoto, uzun bir süredir gazete ve basın ajansları tarafından kullanılmakta, son yıllarda başka alanlarda da, ucuzluğu ve kolaylığı nedeniyle yeğlenmektedir. Posta sistemine oranla, telefotoda iletim hızlıdır ve belgelerin yitirilmesi söz konusu değildir. Teleks daha hızlı bir sistemdir, ama, telekste baskı niteliği düşüktür; ayrıca şekil ve resimler gönderilemez.

Radyofoto, kara araçlarına, gemilere ve uçaklara görüntülerin iletilmesinde kullanılır. Bu sistem, bulut oluşumlarını gösteren fotoğrafların meteoroloji uydularından yer istasyonlarına gönderilmesine de yarar.

Pek çok polis merkezi, parmak izi gibi bilgileri, telefoto sistemleriyle iletmektedir. Ama izler, önce POLAROİD FOTOĞRAF MAKİNASI'yla büyütülür.

Avusturya'da da, sağır ve dilsizlerin normal telefon bağlantılarını kullanarak haberleşmelerini sağlayan bir telefoto şebekesi kurulmuştur.

TELEMETRE

Telemetre, insan gözü ve beyniyle aynı ilkeye dayanarak uzaklıkları ölçen bir aygıttır. İnsan, iki gözü nesnelere değişik açıdan baktığı için, yakın bir cismi

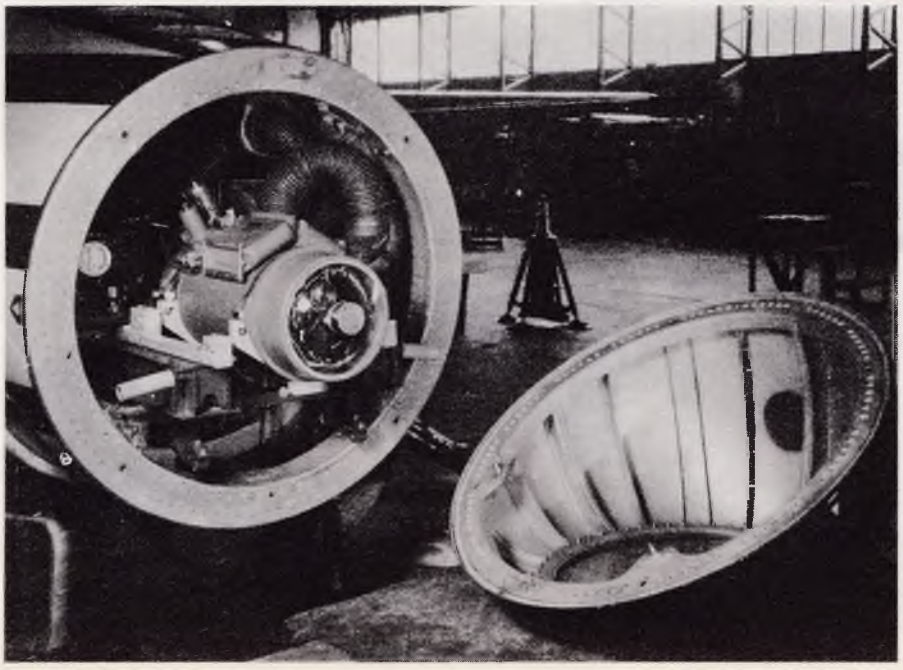
arkasındakilerle oranlayarak, farklı bir açıda algılar. STEREOSKOPİ'nin ilkesi budur.

İnsanda stereo görüş, gözler birbirine çok yakın olduğu için, 90 metrenin altındaki uzaklıklarla sınırlıdır. Mesafe ve doğruluk, ancak bu aranın açılmasıyla artar. Kedi ya da yılan gibi avcı hayvanların, avlarına atlamadan önce başlarını iki yana sallamalarının nedeni budur. Optik telemetre de benzer biçimde, yani gözler arasındaki mesafeyi artırarak uzaklıkları ölçer.

İlk ticari telemetreler 1880'de İngiltere'de yapılmıştır. Çoğu çağdaş aygıtta da aynı ilkeler korunmaktadır. Bir çubuğun iki ucuna takılan iki ayna, görüntüyü, iki ayrı görüş noktasından çubuğun ortasına yansıtır. Görüntüler, prizmaların hareket ettirilmesiyle ya da aynaların ayarlanmasıyla üst üste getirilir. Görüntünün hareket ettirilme niceliği, incelenen cismin uzaklığına bağlıdır. Bu ilke iki biçimde geliştirilmiştir: *Çakışma: stereoskopi.* İkisinde de kullanılan sistemler, görüntüyü büyüten TELESKOP objektifi ve oküler içerirler.

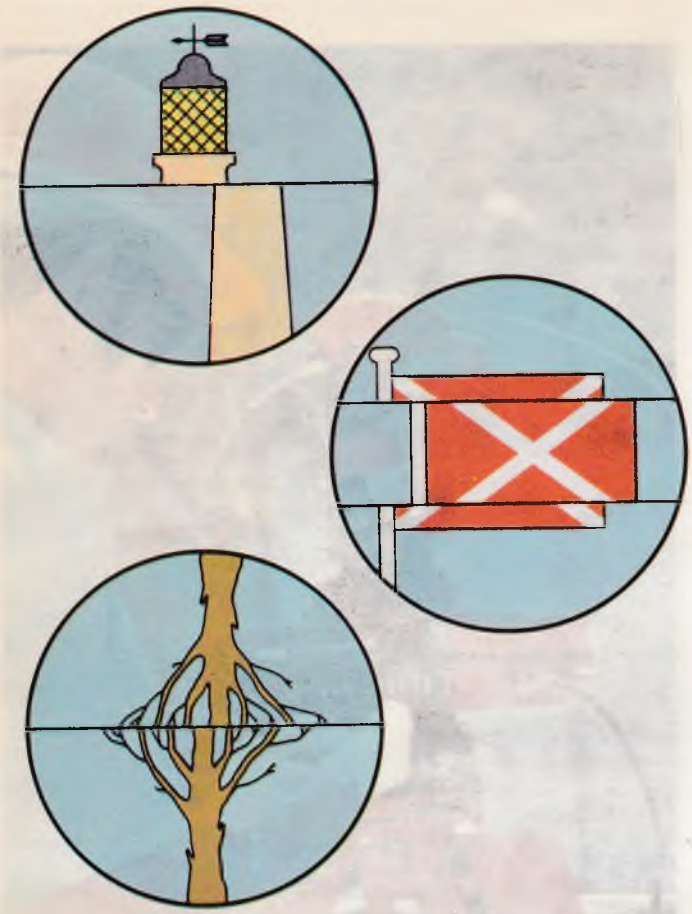
Çakışmalı telemetrelerde iki görüntü, tek okülere yansıtılır. Bunu gerçekleştirmenin bir yolu, görüş alanının üst ve alt yarılarını ayrı ayrı görüntüler verecek biçimde düzenlemektir. İki yarı, ortada çakışana kadar birbirinden ayrı görünür. Bunlar ayarlandıktan sonra, ikinci görüntü birincinin ortasında dar bir şerit haline getirilirse, üst ve alt yarıları farklı olan görüntülerin ortaya çıkaracağı zorluklar önlenir. Bir başka yöntem de, okülerin iki yarısına aynı görüntüyü vermek, ama alt görüntüyü üst görüntünün tersi olacak biçimde göstermektir. Böylece, uzaktaki bir ağacın sallanan tepesi bile, hangi dalının sallandığı belirleneceği için, görüntülenebilir.

Çakışmalı telemetrenin bir tipi, küçük fotoğraf makinalarında, nesnelerin uzaklıklarını bulmada kullanılmaktadır. Makina tepesinin öteki ucunda bulunan bir ayna, genellikle kolay farkedilmeyi sağlayan



Optik telemetreler yerlerini, incelenen cisimden yansıyan ışığı kullanan elektronik aygıtlara bırakmaktadırlar. (üstte) Yayın ile yansıyıp geri gelme arasındaki zaman farkı, uzaklığa bağlıdır. Resimdeki kadastroculuk çalışmasında, hava ve yağmur tarafından daha az soğurulduğu için, kızılaltı ışıklar kullanılmaktadır. Bu aygıtla 300 m'de 5 mm'lik bir hatayla ölçüm yapılabilmektedir.

Kızılaltı lazer kullanan bir lazerli telemetre. (solda) Bir askeri uçağa takılmış olan bu telemetrede mercek, hem lazer ışınını odaklar, hem de yansımayı görüntüler. Optik filtre, bulucunun yalnızca lazer ışını rengiyle çalışmasını sağlar. Böylece aygıt, gündüz de kullanılabilir.



Üç değişik telemetre görüntüsü. (üstte) Kara kullanımlarına en elverişli olanı, her zaman en iyi çakışmayı verebilen alttaki görüntüdür. Ama görüntü değiştikçe, üst ve alt yarıları uydurabilmek zorlaşır. Bu yüzden denizcilikte, üstteki yalın sistemden yararlanılır. Ortadaki sistem, İkinci Dünya savaşı sırasında kullanılmıştır.

10 000 m menzilli, optik çakışmalı telemetre. (altta)

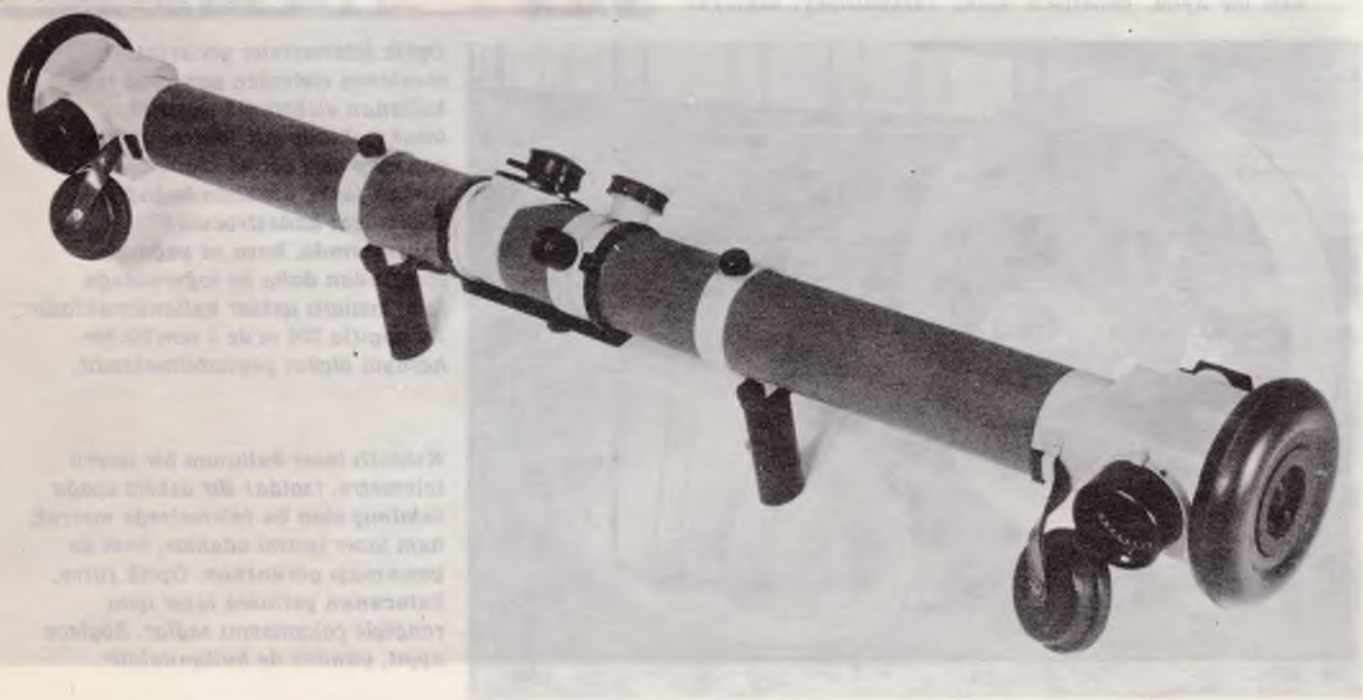
renk verici bir filtreyle bir görüntü parçasını okülere yansıtır. Bir halkanın döndürülmesiyle, iki görüntü çakıştırılır. Halka genellikle, otomatik olarak ayar sağlayacak biçimde, makinanın odaklama sistemine bağlanmıştır.

Stereoskopik telemetrede, gözlemcinin okülerden normal biçimde bakmasına karşılık, objektif araları açık olan bir DÜRBÜN bulunur. Aranın açılması, derin bir stereoskop etkisi yaratır. Görüntülerin ayarlarının değiştirilmesiyle, bir cisim uzaklığı değişiyormuş gibi gösterilebilir. Görüntüde bir referans (karşılaştırma) noktası vardır ve araştırıcı, görüntüyü referans noktasıyla aynı uzaklığa getirebilir. Bu tip telemetre çok etkilidir. Aygıt, İkinci Dünya savaşı sırasında, hareketli hedeflere isabet sağlamanın çakışmalı telemetrelerle olanaksız olduğu durumlarda kullanılmıştır.

Kullanım alanları: RADAR'ın yaygınlaşmasından önce, deniz ve kara silahlarından uçaksavarlara kadar her türlü askeri hedefin saptanmasında, optik telemetreler kullanılmaktaydı. Bunların yerlerini günümüzde, radarlar ya da lazer ışınlarını tıpkı radardaki radyo dalgaları gibi kullanılan lazerli telemetreler almaktadır. Günümüzde daha çok, kara silahlarında kullanılan optik telemetreler, haritacılıkta da bir ölçüde yararlı olmaktadır. Erişilmesi zor nesnelerin söz konusu olduğu durumlarda, sözgelimi dağlarda ya da yoğun trafikli caddelerde, ayrıca, su üstünde uzaklığın hesaplanmasında da, bu araçlardan yararlanılmaktadır.

TELEMETRİ

Telemetri, gerilim, basınç, ısı gibi fiziksel bir niceliğin ölçülüp, uzakta bulunan bir alıcı aygıta iletilmesidir. Birincil bulucu ile alıcı arasındaki bağlantı, doğrudan doğruya kabloyla yapılabileceği gibi, RAD-

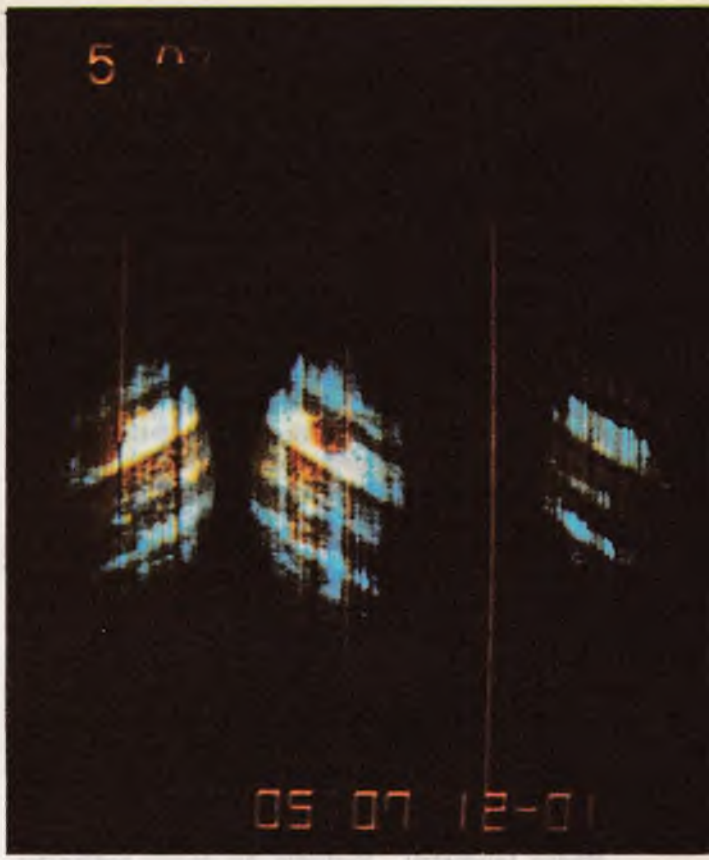


YO ya da MİKRODALGA'yla da olabilir.

İlk telemetri sistemleri, dağıtım şebekelerinin gerilim ve akımlarını ölçmek için, elektrik şirketleri tarafından doğrudan kara bağlantısıyla (pilot hatlarla) gerçekleştirildi. Birinci Dünya savaşından sonraysa sinyaller, elektrik hatlarından iletilmeye başlandı.

Telemetri sistemi, bir birincil bulucu, bir verici sistemi, bir alıcı sistemi ve verilerin kaydını ya da yayınını yapan bir çıkış aygıtından oluşur.

Elektrikli telemetri: Elektrikli telemetri, temelde, bir uzaktan ölçme sistemidir. ELEKTRİK DAĞITIM ŞEBEKESİ buna örnek gösterilebilir. Bir ara istasyonda, gerilim TRANSFORMATÖR'leriyle ve akım transformatörleriyle çalıştırılan GERİLİMÖLÇER'ler ile AMPERMETRE'ler, bir merkezî denetim odasına kab-



NASA uzay aracı Pioneer 10*'un 800 milyon km uzaktaki Jüpiter gezegeninden Dünya'ya yolladığı renkli görüntüler. (sağda) Bu resim, telemetriyle veri iletimini göstermektedir. Niteliği etkileyecek hatalar bilgisayarlarla düzeltilir.*

Sistem verilerinin renkli katot tüpü ekranlarından izlendiği Philadelphia Elektrik Şirketi'nin denetim odası. (altta)

lolarla bağlanır ve doğrudan okumalar elde edilir. Bu sistem, okuma birimlerinin küçük olduğu kısa mesafelerde çok kullanışlıdır. Her birim ayrı bir kanal ya da devre gerektirdiğinden, uzak mesafelerde çok sayıda kanal kullanmak, pahalı ve elverişsiz bir yöntemdir.

Bu sistemin başka bir çeşidinde, ölçtüğü niceliğin değeriyle orantılı hızda elektrik sinyalleri üreten aygıtlardan yararlanılır. Bu sinyaller, alıcı aygıtlara iletilir ve gerilim, akım ya da güç düzeyleri haline getirilir. Buna «*sinyal hızı telemetrisi*» adı verilir. *Sinyal boyu telemetrisi*ndeyse, sinyallerin iletim hızları yerine, boyları, ölçülen değerlerle orantılıdır.

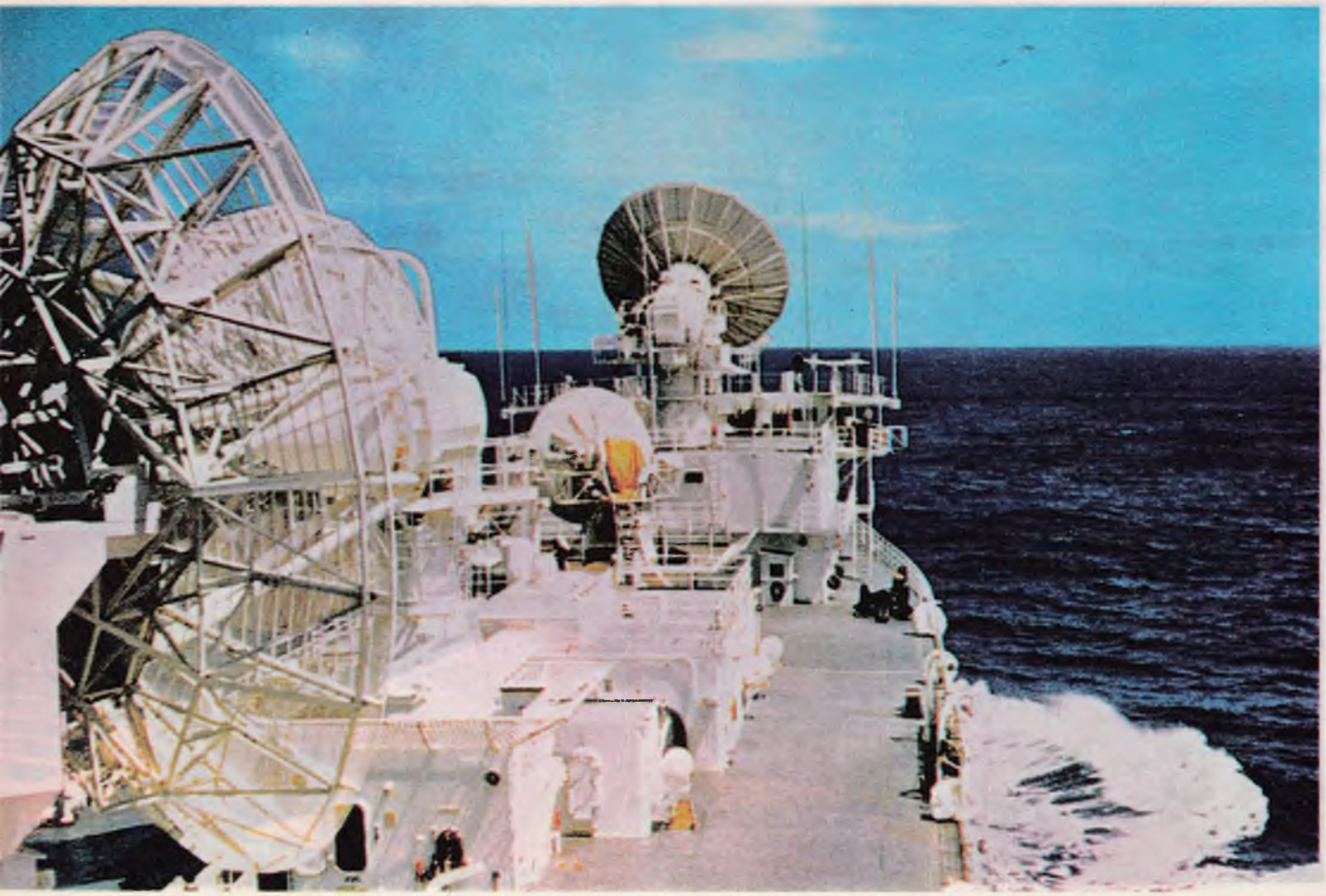
Mültipleks telemetri: Telemetre bağlantılarının tek bir kanaldan iletilebilmesi için, bunların herhangi bir yöntemle birbirinden ayrı tutulması gerekir. Ayırma yöntemleri, zaman bölümlü mültipleks gibi çeşitli mültipleks biçimlerine dayanır (Bk. VURU KOD MODÜLASYONU). Zaman bölümlü mültipleks sistemi, verici öğeleri tarar ve alıcı istasyona sinyalleri sırayla iletir. Alıcı da, gelen sinyalleri tarayıp, her sinyal dizisini kendi kağıt aygıtına gönderir. Sistemin verici ve alıcı uçları arasında, her tarama çevriminden önce bir eşzamanlama sinyali gönderilerek, eşzamanlama sağlanır. Zaman bölümlü mültiplekste, sinyal hızı ya da sinyal boyu sistemi (PDM) kullanılabilir.

Radyo telemetri: Verilerin bir radyo bağlantısı aracılığıyla iki istasyon arasında iletildiği radyo telemetride, veriyi taşıyan bir *alt taşıyıcı*yla *modüle edilmiş* bir radyo sinyali kullanılır. Alt taşıyıcı, ya tek bir veri kanalı içerir ya da zaman bölümlü mültipleks olur. Kullanılan modülasyon genellikle FREKANS MODÜLASYONU'dur ve taşıyıcı sinyal, her biri farklı frekansta bir grup alt taşıyıcıyla modüle edilir.

Bazı durumlarda FM yerine *faz modülasyonu* (PM) kullanılır. Bu durumda iletilen sinyal, frekans ya da genlik modülasyonunun tersine, taşıyıcı dalganın faz açısındaki değişikliklerle tanımlanır.

Uygulamada, çeşitli mültipleks yöntemleri ile değişik modülasyonlar birleştirilerek, en uygun bağlantı oluşturulur. Birçok FÜZE denetim sisteminde FM-FM telemetrisi kullanılır. Bu telemetride taşıyıcı dalga, bir grup alt taşıyıcı tarafından frekans modülasyonuna uğratılır. Alt taşıyıcılar da, taşıdıkları veri sinyalleriyle modüle edilir. FM-PM, FM-FM'e benzer; ama bu durumda taşıyıcı, frekansı modüle edilmiş alt taşıyıcılar tarafından faz modülasyonuna uğratılmıştır.

NASA'nın uydu ve uzay aracı izleme gemisi USNS «Vanguard». *(altta) Bu tür gemiler hem A.B.D., hem de S.S.C.B. tarafından kullanılmaktadır.* Vanguard, *Apollo programında önemli rol oynamıştır.*



PDM-FM taşıyıcı dalgayı, frekans modülasyonuna uğratmak için, sinyal süresi modülasyonlu bir alt taşıyıcı kullanılır. PDM-PM'de de, taşıyıcı faz ile modüle etmek için, benzer bir alt taşıyıcıdan yararlanılır. Büyük miktarda veri iletildiğinde, PDM-FM-FM kullanılır. Bu sistemin, her biri PDM'yle frekans modülasyonuna uğratılmış pek çok alt taşıyıcı dalgalı taşıyıcısı vardır.

Kullanımı: Telemetri, elektrik dağıtım şebekelerinin yanı sıra, gaz, yağ ve su boru hatları gibi dağıtım şebekelerinde de yararlı olur: akım hızlarının ve basınçların, az sayıda küçük denetim istasyonundan sürekli olarak denetlenmesini sağlar.

Telemetrinin en önemli kullanım alanlarından biri de, uydularla ve insanlı ya da insansız bir UZAY ARACI'yla veri alış verişidir. İnsanlı uzay araçlarındaki telemetri sistemleriyle iletilen veriler, aracın yoluna, konumuna, çalışma sistemlerine ve astronotların solunum hızı, nabız hızı gibi fizyolojik durumlarına ilişkin bilgileri kapsar.

Uydular ve insansız uzay araçları, kullanılan aracın amacına göre, pek çok konuda veri iletirler. Uzay araçları, araç için gerekli sistemlerin yanı sıra, kozmik ışınlar, magnetik alanlar ve Dünya kaynakları konusunda veri toplayan aygıtlar da taşırlar. Bütün bu veriler, radyo telemetri bağlantısıyla yerdeki izleme istasyonlarına iletilir.

TELEM VE TELEKS

Telem konuşma sinyalleriyle masaj ileten TELEFON'un tersine, kodlanmış sinyallerle yazılı mesajlar iletir. Telemler, Wheatstone ve mors TELGRAF sistemleri ile Frederick G. Creed gibi kişilerin öncü çalışmalarına dayanılarak geliştirilmiştir.

1890 yıllarında bir telgraf memuru olarak çalışan Creed, mors mesaj şeritlerini yazmak için kullanılan çubuk biçimli üç anahtarlı mors delgi aygıtının yerine, eski bir DAKTİLO makinasından, bütün mors kod işaretlerinin kağıt şeride yazılabildiği bir makina yaptı. Daha sonra, gelen mesajı, haberleşme hattının öteki ucunda bulunan delikli şeride kaydeden bir alıcı delgi aygıtı *(reperforatör)* ve alınan delikli mesaj şeridini çözerek kağıt şeride yazan bir yazıcı da geliştirdi.

Creed makinaları, günümüzdeki telem sistemlerinin çekirdeğini oluşturdu. Ama, ilk gerçek telem, A.B.D'nde yapıldı. Beş birimli bir «başla-dur» sinyal koduyla çalışan bu makina, mesajları, bir kağıt şeritten değil, doğrudan doğruya, gelen sinyallerden çözerek yazıyordu. Mors kodlama devresinin uzunluğu değişkendi. Beş birimli kodlamanınsa, uzunluğu değişmediği için, makinada kullanılması çok daha kolaydı.

Sayıları günden güne artan telem aygıtlarının birbirleriyle haberleşmesini sağlayabilmek için, «*teleks*» adı verilen bir haberleşme ağı kuruldu. Bunlarla bir devrenin açılıp kapanmasıyla, standart haberleşme olanağı sağlanmış oldu. 1974 sonunda, teleks ağının dünyada 700 binden çok abonesi vardı ve bu sayı yılda yüzde 14,7 hızla artmaktadır.

Teleks ağı, telefon ağına benzer. Aboneler postaneden telem aygıtını kiralarlar ve tıpkı telefonda olduğu gibi, haberleşme yerinin uzaklığına ve süresine bağlı olarak belirli bir ücret öderler. Otomatik telefon ağında olduğu gibi, aygıtı kullanan kişi (genellikle «operatör» diye adlandırılır), mesajın iletileceği abonenin numarasını doğrudan arayabilir. Teleksin açma aygıtları kulakla duyulan bir işaret vermediklerinden, karşıdaki numaranın haberleşmeye açık olduğu durumda, arama düğmesinde bir ışık yanar. Öteki uçta bir operatör bulunması gerekmez; haberleşme aygıtları otomatik olarak, aranan teleks makinasında «Kimsin» anlamına gelen bir sinyal üretirler. Bunun sonucunda, aranan makinadan «Yanıt» anlamına gelen bir sinyal üretilir ve bu sinyal, arayan makinada yazı olarak görünüp, doğru bağlantının sağlandığını ortaya koyar. Operatör artık, klavyenin tuşlarına basarak mesajını yazabilir.

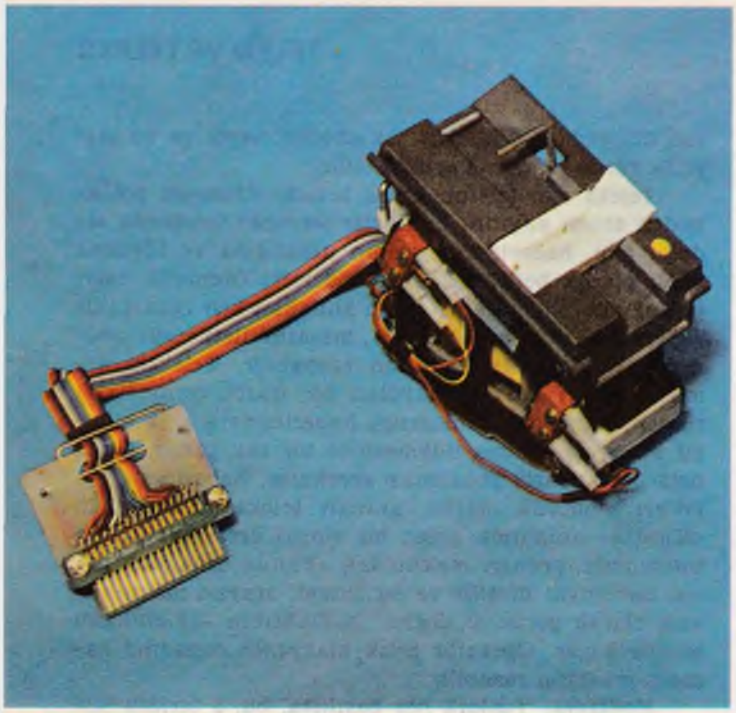
Kodlama: Tuşlara her basılışta, bu, 5 birimli ikili bir kod halinde kodlanır ve «işaret» ile «boşluk» adları verilen bir dizi eksi - artı elektrik sinyali biçiminde iletilir. Bu kodlama, değişik üreticiler tarafından yapılmış makinalarla uluslararası çalışmayı olanaklı kılma amacıyla, CCİTT (Uluslararası Telgraf ve Telefon Danışma Komitesi) tarafından uluslararası çapta anlaşmaya bağlanmıştır. «CCİTT No 2 alfabesi» diye adlandırılan bu sistem, uluslararası alanda olduğu kadar, iç teleks ağlarında da kullanılmaktadır.

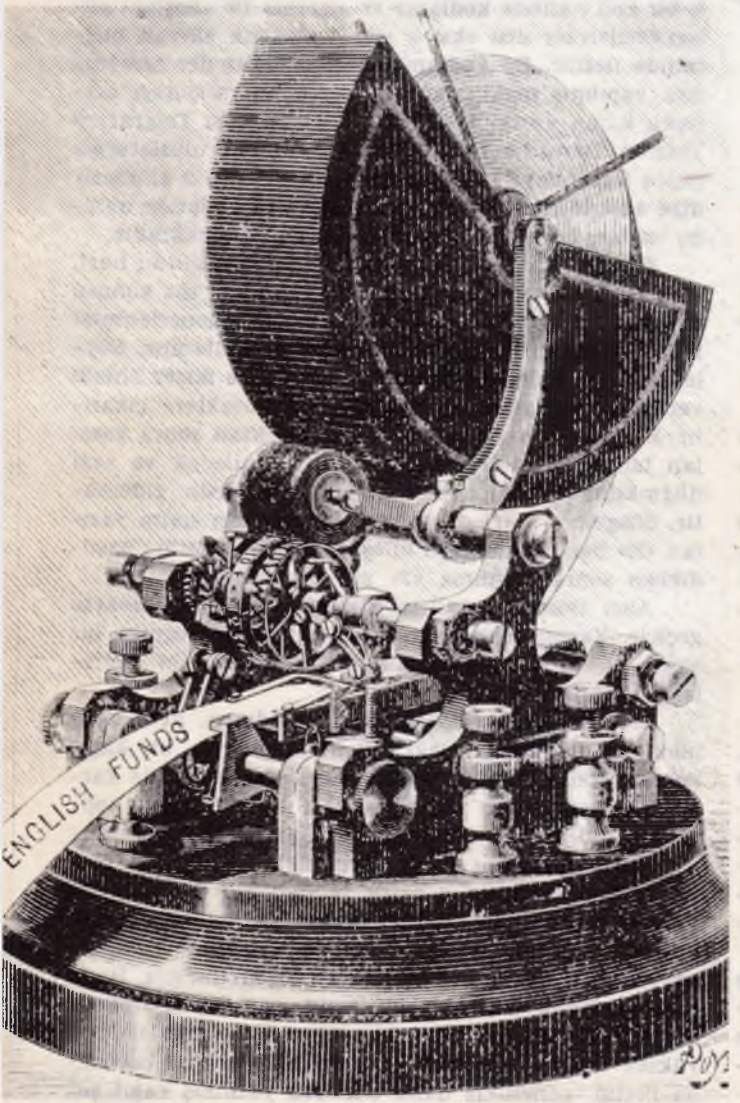
5 birim, $2^5 = 32$ bileşim yaratır. Bu sayı bütün harf, sayı ve işaretler için yeterli olmadığından, söz konusu bileşimlerin altı hanesi, çeşitli işlemlerin denetlenmesi için (sözgelimi, harf-sayı değiştirme) kullanılır. Böylece, geriye kalan 26 bileşimin her birine ikişer anlam verilerek, kodlamanın kapasitesi 52 karaktere çıkarılır. Sözgelimi, harf düğmesine basıldıktan sonra yazılan bütün bileşimler harf olarak yazılacak ve sayı düğmesine basılıncaya kadar böylece sürüp gidecektir. Sözgelimi, harf düğmesine basıldıktan sonra yazılan «E» harfini gösteren bileşim, sayı düğmesine basıldıktan sonra yazılırsa «3» sayısını gösterir.

Alıcı telem, sinyalleri çözerek yazıcıyı harekete geçirir. Yazma mekanizması, daktilodakine benzer bir aygıt ya da nokta-matrisli yazma kafası gibi biçimlerde olabilir.

Mesaj normal olarak, hem gönderen, hem alan makina tarafından aşağı yukarı aynı anda bir kağıt bobine yazılır. Karbon kağıdı kullanılarak (ya da karbon kağıtsız çeşitli yöntemlerle) 6 taneye kadar kopya elde edilebilir. Gönderilen mesaj ile alınan mesajın ayırt edilebilmesi için, genellikle gönderilen mesaj kırmızı yazılır.

İki standart iletim hızı vardır: 50 *baud* ya da dakikada 66⅔ harflik hız (kelime başına ortalama 6 harf); 75 baud ya da dakikada 100 harflik hız. Baud hızı, saniyede iletilen tek-birimli öğelerin (işaret ya da boşluk) en üst sayısıdır. Uygun devrelerle daha yüksek hızlara ulaşmak da olanaklıdır; ama bunlarda iletim, genellikle daha önceden yazılmış kağıt şe-





ritlerden yapılır.

Operatör, mesajı bitirince, «mesajın sonu» anlamına gelen bir işaret verir. Yanıt isteniyorsa, «yanıta çağrı» anlamına gelen bir işaret de eklenebilir. Haberleşme bittikten sonra, kağıdı sürmeye yarayan düğmeye ve bitiş düğmesine basılarak, mesajın, kağıdın kesileceği yerden yaklaşık 10 satır uzaklaşması sağlanır. Operatör bundan sonra, «çıkış» düğmesine lamba sönünceye kadar basarak, teleks makinasını hattan çıkarır ve mesajı yırtıp alır.

Delikli şerit: Birçok telem aygıtı, kağıt ŞERİT

Modern bir teleks makinasının delikli şerit okuyucusu. (solda üstte) Okuyucu, klavyenin hemen yanına, sol tarafa takılır.

R. Wormell tarafından 1896'da hazırlanan kitaptan alınmış bir resim. (solda altta) Bu resimde, finansman şirketlerinin ve borsacıların kullandığı cinsten otomatik yazıcılı bir telgrafın alıcısı görülmektedir. Bu makinalar, telemin atalarıdır.

Uluslararası 5 birimli CCİTT-2 teleks kodu. (altta) Burada, harfleri, sayıları, simgeleri ve denetim kodlarını göstermek için kağıt şeride basılmış delikler görülmektedir.

bileşim sayıları		kanallar 5	4	3	2	1	harfler
1	–				•	•	A
2	?	•	•		•		B
3	:		•	•	•	•	C
4	kimsin		•		•		D
5	3				•		E
6			•	•	•		F
7	mesaj	•	•		•	•	G
8		•		•	•		H
9	8			•	•	•	I
10	zil		•		•	•	J
11	(		•	•	•	•	K
12	)	•			•	•	L
13	.	•	•	•	•		M
14	,		•	•	•		N
15	9	•	•		•		O
16	0	•		•	•	•	P
17	1	•		•	•	•	Q
18	4		•		•	•	R
19				•	•		S
20	5	•			•		T
21	7			•	•	•	U
22	=	•	•	•	•		V
23	2	•			•	•	W
24	/	•	•	•	•		X
25	6	•		•	•		Y
26	+	•			•		Z
27	şaryo geri çevirme		•		•		
28	satır atlama				•	•	
29	harfler	•	•	•	•	•	
30	sayılar	•	•		•	•	
31	harf atlama			•	•		
32	boşluk				•		

dişli delikleri

DELİCİ VE OKUYUCU ile donatılmıştır. Şeridin genişliği 1,75 cm'dir ve genellikle, liflerin kabarmasını sağlamak için sülfürik asitle işlemden geçirilmiş kağıttan yapılır. Bu kağıdın, düzgün kesilmeye elverişli kısa lifleri vardır.

Mesaj şeride delinirken, gene 5 birimli kodlama kullanılır. Bir harfin ya da sayının her işaret öğesi için bir delik açılır. Böylece, harfleri yazabilmek için kullanılan düğmeye basıldığında (bunun bütün öğeleri işarettir), şeridin genişliği boyunca 5 delikli bir sıra belirir. İkinci delik ile üçüncü delik arasındaysa, bir dişli deliği bulunur. Bu dişli delikleri, şeridi, şerit okuma aygıtı boyunca sürmek için kullanılır.

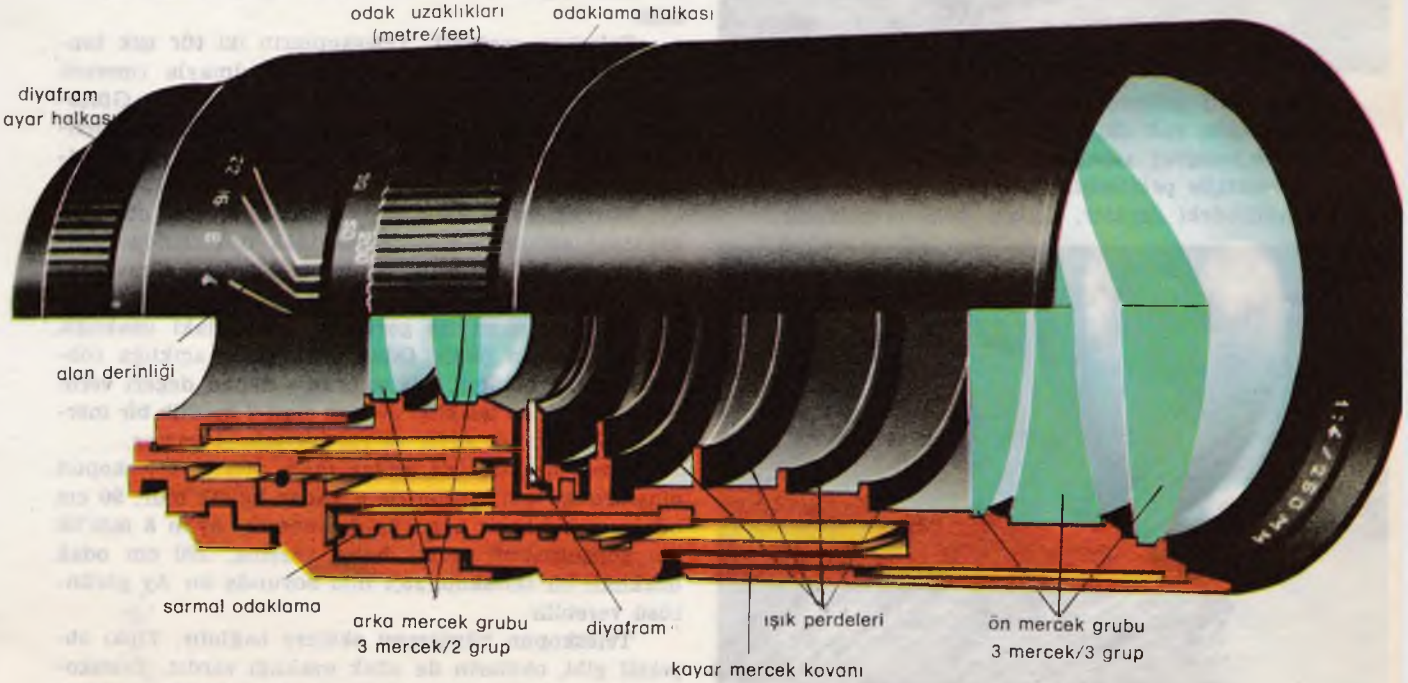
Operatör, klavyeyi kullanarak delikli mesajlar üretir ve bunları daha sonra, yüksek bir hızla gönderebilir (ya teker teker ya da tümünü birden). Bu tür haberleşme, operatöre bazı kolaylıklar sağlar: Metin önceden hazırlandığı için, yanlışlar mesaj iletilmeden düzeltilebilir; şerit hazırlandıktan sonra en uygun zamanda iletilebilir.

TELEOBJEKTİF

Uzak ve küçük bir cismin fotoğrafı çekildiğinde, FİLM üstündeki görüntünün büyüklüğü, FOTOĞRAF MAKİNASI objektifinin odak uzaklığına bağlıdır. Görüntü, daha uzun odak uzaklıklı bir objektif kullanılarak büyütülebilir; ama bu, fotoğraf makinasının çok büyük yapılmasını gerektirir. Sorunu çözen ilk bileşik objektifi, 1891'de Dallmeyer gerçekleştirmiştir. Bileşik objektifteki merceklerden birincisi dışbükey, ikincisi de bunun arkasında yeralan içbükey bir mercektir. İkinci mercek, birinci mercekten gelen ışığın daha az

500 mm'lik bir teleobjektif takılmış 35 mm'lik profesyonel kamerayla çekim. (üstte) Odak uzaklığının 500 mm olmasına karşılık, objektifin gerçek uzunluğu daha kısadır.

250 mm odak uzaklığı ve odak oranı f/4 olan tipik bir teleobjektif. (altta) Ön mercek grubu, 250 mm uzakta bir görüntü oluşturan, üç parçalı bir gruptur. Arka mercek grubunun görevi, bu uzaklığı daha elverişli oranlara indirmektir. Işık perdeleri, ışığın boru içinde yansımasını engelleyerek daha iyi bir kontrast verme amacıyla kullanılır. Alan derinliği ölçüleri, her açıklıkta odaklama uzaklıklarının menzilini göstermektedir.



eğimle aynı noktaya yakınsaklaşmasını sağlar. Böylece bileşim, daha uzun odak uzaklıklı bir dışbükey mercek görevi yapar. Arka mercek ile film arasındaki uzaklık (arka odak uzaklığı) mercek bileşiminin etkili odak uzaklığından kısa olduğu için, fotoğraf makinasının boyu küçüktür.

Değişmez odaklı mercek: İlk teleobjektif sistemlerinde, merceklerin iki parçası arasındaki uzaklık değişebilmekteydi. Böylece, farklı büyütmeler elde edilebiliyor, ama kesin odaklama sağlanamıyordu. Çağdaş teleobjektiflerin çoğundaysa, içbükey ve dışbükey mercekler «değişmez odak» adı verilen bir yöntemle, birbirlerine göre hareketsiz kalırlar. Standart objektifle karşılaştırıldığında büyütmenin değişmez olmasına karşılık, objektif, yakın cisimlere de odaklanabilir. Eski türün geliştirilmiş bir biçimiyse günümüzde zoom objektifinde kullanılmaya başlanmıştır.

Teleobjektifin, etkili odak uzaklığı aynı olan uzun odaklı objektiften üstünlüğü, eşdeğer odak uzaklığının,

Teleobjektif yalnızca uzak cisimleri görüntülemede kullanılmaz, çok değişik görüntü etkileri yaratabilir. Üstteki fotoğraf standart bir mercekle, alttakiyse teleobjektifle çekilmiştir. Görünüş, fon ve alan derinliğindeki farklar, açıkça belli olmaktadır.

gerçek odak uzaklığına bölünmesiyle bulunan teleobjektif oranıyla sayısal olarak verilir. Çağdaş teleobjektiflerin çoğu, yaklaşık 2 değerini taşır. Sistem, aynı tipteki uzun odak sisteminin yalnızca yarısı kadardır. Çok uzun odak uzaklıkları için, KATADİYOPTRİK SİSTEMLER (eğrisel aynalı) kullanılabilir.

Tele-dönüştürücü: Teleobjektifin olumlu özelliklerinden yararlanmanın daha ucuz bir yöntemi de, tele-dönüştürücü kullanmaktır. Tele-dönüştürücü, içinde içbükey bir mercek bulunan bir borudur ve makinanın önüne, normal objektifin arkasına vidalanır. Bu bileşim, bir teleobjektif etkisi yaratır. Tele-dönüştürücüler, odak uzaklığını (ve büyütmeyi) 2-3 kez artırırlar.

TELESİYEJ Bk. KABLOLU ULAŞIM ARAÇLARI

TELESKİ Bk. KABLOLU ULAŞIM ARAÇLARI

TELESKOP

Uzak cisimlerin, ayrıntılarının daha kolay görülebilmesi için büyütülmeleri düşüncesi, XVII. yüzyıl başlarında, birçok kişinin teleskop ilkelerini bulmasıyla sonuçlandı. 1609'da teleskop yapımına başlandı; ertesi yıl da GALİLEİ, bu teleskoplardan biriyle gökyüzünü inceleyerek, gökbilimde bir devrim yarattı. Çağdaş teleskopların kullanım alanları arasındaysa, gökbilimin yanı sıra, askeri amaçlı uygulamalar, haritacılık aygıtları ve laboratuvar tayfgörürleri sayılabilir.

Teleskop çeşitleri: Teleskopların iki tür ışık toplama ve odaklama yolu vardır: Kırılmayla (mercek kullanarak); yansıtmayla (ayna kullanarak). Günümüzün büyük teleskoplarının çoğu, yansıtmalı türdendir. Kırılmalı türlerse, daha çok XIX. yüzyılda kullanılmıştır.

Merceklerden ya da aynalardan oluşan objektif, uzaktaki cismin görüntüsünü odak noktasında ortaya çıkarır. Bu görüntü, yalın bir büyüteç görevi yapan okülerle büyütülür.

Objektif camı ile görüntü arasındaki uzaklığa, «*odak uzaklığı*» denir. Odak uzaklığının açıklığa (objektif çapı) bölümü, «*odak oranı*» denen değeri verir. Sözgelimi, odak uzaklığı 30 mm olan 2 mm'lik bir merceğin odak oranı 15'tir ve f15 biçiminde yazılır.

Odak uzaklığı ne kadar fazla olursa, teleskopun oluşturduğu görüntüler de o kadar büyük olur. 90 cm odak uzaklıklı bir ayna ya da mercek, Ay'ın 8 mm'lik bir görüntüsünü verir; buna karşılık, 290 cm odak uzaklıklı bir teleskop, 25,4 mm boyunda bir Ay görüntüsü verebilir.

Teleskopun büyütmesi okülere bağlıdır. Tıpkı objektif gibi, okülerin de odak uzaklığı vardır. Teleskopun büyütme oranı, objektif odak uzaklığının oküler odak uzaklığına bölünmesiyle elde edilir. Okülerin

Kitt Peak'de (Arizona) 2,1 m'lik Cassegrain teleskopuyla gözlem yapılması. (üstte) Bu büyüklükte teleskoplarla genellikle görsel gözlem yapılmaz. Tayf araştırmaları ya da yıldızların parlaklığını ölçme amacıyla fotoğraf çalışmaları yapılır. Teleskopun sağına takılı arama teleskopuyla, büyük teleskop yönlendirilir.

Newton tipi yansıtmalı teleskop. (solda) Ayna 23 cm çapındadır. Bu tür bir teleskopla Ay yüzeyindeki birkaç yüz metre çaplı kraterler görülebilir.

odak uzaklığı kısaldıkça, verdiği büyütme artar.

Uygulamada okülerler, bazıları renksemez olan birçok mercekten oluşur. Renksemez mercekler, hatalı renk oluşumlarını gidererek, daha iyi bir görüş alanı yaratırlar. Objektif de renksemezdir. Ne var ki bunlar, kısa odak oranlı teleskoplarda pahalıya mal olur. Pek çok kırılmalı teleskopun odak oranı 12'den büyüktür. Bu özellik, kırılmalı teleskopların belirli bir açıklık için oldukça büyük olmasına yolaçar.

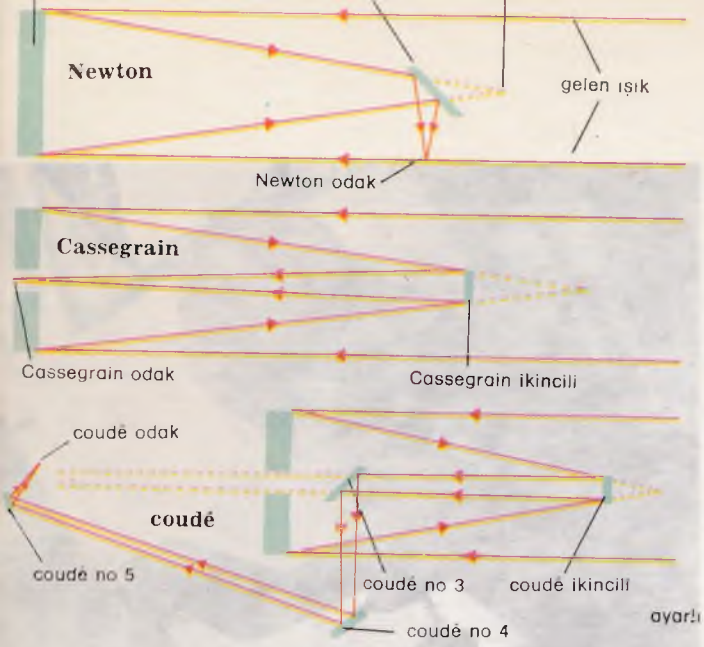
Kırılmalı teleskopun bir başka sakıncası da, büyük açıklıklar için gerekli lekesiz optik camın maliyetidir. Ortaları kalın olan bu mercekler, ince kenarlarından desteklendiklerinden, cam üstünde büyük gerilimler oluşur. Dünyanın en büyük mercekli teleskopu, A.B.D'ndeki Yerkes gözlemevindedir. 101 cm açıklıklı, 18,6 m odak uzaklıklı bu teleskop, 1897'de yapılmıştır.

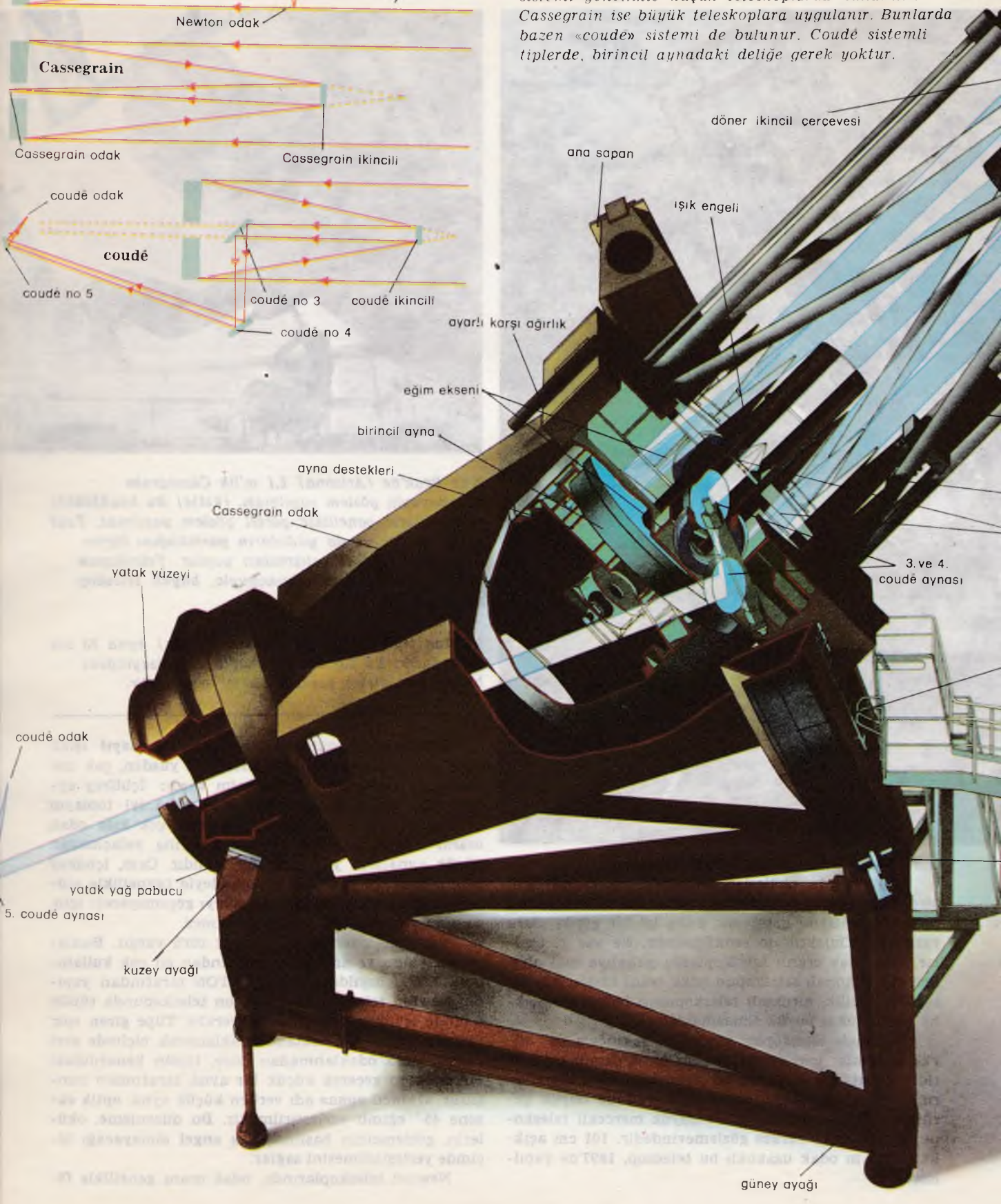
Günümüzde gökbilimciler daha çok, zayıf ışıklı uzak cisimlerle ilgilenmektedirler. Bu yüzden, çok ışık toplayan teleskoplara gereksinim vardır. İçbükey aynalı yansıtmalı teleskoplar, ışığı daha iyi toplayıp odaklarlar. Bu teleskopların f3 gibi çok kısa odak oranlı olması ve görüntü sapmalarına yolaçmayan büyük aynaların yapılması olanaklıdır. Cam, içbükey biçime sokulup yansıtıcı bir maddeyle (genellikle alüminyum) kaplanır. Işık bu tabakayı geçemeyeceği için, camın optik nitelikte olması gerekmez.

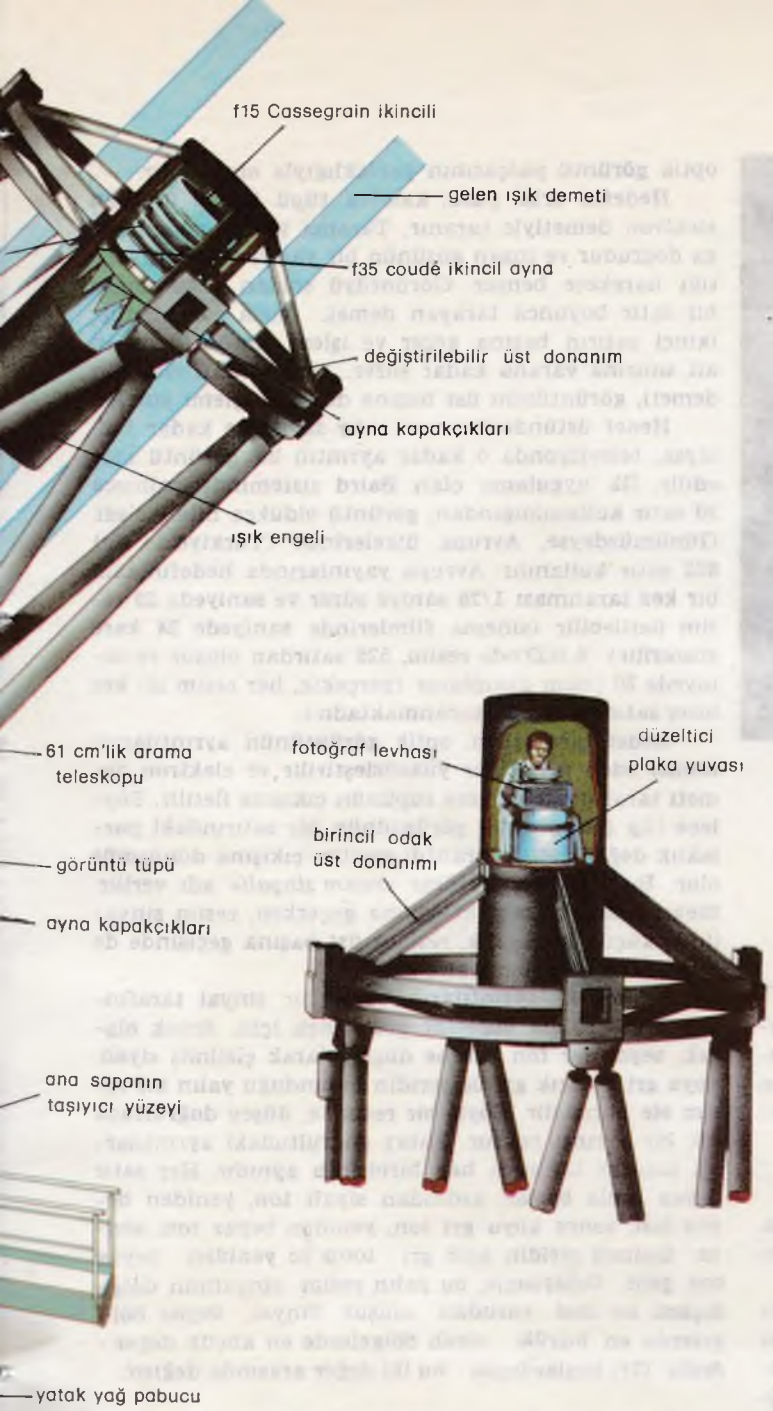
Yansıtmalı teleskopun birçok türü vardır. Bunların en yalını ve amatörler tarafından en çok kullanılanı, XVI. yüzyılda İsaac NEWTON tarafından yapılan Newton teleskopudur. Newton teleskopunda tüpün dibinde içbükey *birincil* ayna yeralır. Tüpe giren ışık, üst uca yakın bir noktada odaklanacak biçimde geri yansır. Ama odaklanmadan önce, tüpün kenarındaki bir delikten geçerek küçük bir ayna tarafından yansıtılır. «*İkincil ayna*» adı verilen küçük ayna, optik eksene 45° eğimli yerleştirilmiştir. Bu düzenleme, okülerin, gözlemcinin başının ışığa engel olmayacağı biçimde yerleştirilmesini sağlar.

Newton teleskoplarında, odak oranı genellikle f5-

Teleskopların optik sistemleri. (solda) Newton sistemi genellikle küçük teleskoplarda kullanılır. Cassegrain ise büyük teleskoplara uygulanır. Bunlarda bazen «coudé» sistemi de bulunur. Coudé sistemli tiplerde, birincil aynadaki deliğe gerek yoktur.







Yeni Güney Galler'de, Siding Spring'deki 3,8 m'lik teleskop, Şili'deki Cerro Tololo ve Arizona'daki Kitt Peak teleskoplarına benzetilerek yapılmıştır. Yalnızca geceleri kullanılır ve yabancı ışıklar optik sistemle elenir. Aynalar, ısı değişikliğinden etkilenmeyen seramikten yapılmıştır. Ana aynanın odak oranı f3,3'tür, ama teleskopta ikincil ayna sistemi de vardır. Resimde, f35 veren «coudé» sistemi de görülmektedir. İkincil sistem, f15'lik Cassegrain odağı verebilecek biçimde, başka bir aynayı kullanıma sokabilir. Bu durumda 3 numaralı coudé ayna kenara çekilir. Değişebilen parçalar, f8'lik Cassegrain aynası ile birincil odak kafesidir. Teleskop, «kutup ekseni» ve «yükselim ekseni» diye adlandırılan iki eksen devresinde dairesel bir çevrim yapar.

f8 arasında bulunur. Aynı teleskoptan daha uzun odak uzaklığı elde etmek için (daha fazla büyütme için), düz ayna yerine, tüpe bakan dışbükey bir ikincil ayna takılabilir. Bu ayna, ışığı, ana aynanın yansıttığından daha dar bir koni halinde yansıtır. Böylece odak uzaklığı,uzun bir tüpe gerek kalmadan yaklaşık dört-beş kat artar. Ana aynanın ortasına açılan küçük bir delik, ışığın aynanın hemen arkasında odaklanmasını sağlar.

Cassegrain tipi teleskopsa, genellikle gökbilimciler tarafından kullanılır. Bunlarda, değişik odak uzaklıkları elde etmek için, iki ya da üç tane dışbükey ikincil ayna bulunur.

Tek bir yıldızın ışığı çözümlenmek istendiğinde, 137 m'ye kadar çıkabilen odak uzaklıkları kullanılır. Bu durumda, coudé sisteme (dirsekli sistem) başvurulur: Teleskoptan alınan ışık, aynalar aracılığıyla, içinde duyarlı aygıtlar bulunan başka bir odaya taşınır.

Aynalı teleskopun ikincil aynaları bir miktar ışık soğurur. Ama aynalar merceklerden çok daha geniş yapılabildikleri için, bunun önemi yoktur.

Bu tür büyük aygıtların yapımında en büyük sorun optik öğelerin üretimidir. Dev cam disklerin 0,000 01 mm duyarlıkla parlatılması gerekir. Bu işlem yıllar alabilir.

Gözlemlerin yapılması: Büyük teleskoplar genellikle, gözle inceleme yapma yerine, fotoğraf çekimi için kullanılır. Fotoğraf kağıdı, uzun süre ışık toplayabildiğinden, gözle görülemeyecek ayrıntıları saptar. Bu durumda oküler çıkarılıp, yerine bir fotoğraf levhası yerleştirilir.

Poz süresi bir saat ya da daha fazla olabilir. Bu süre içinde Dünya'nın dönüşü nedeniyle yıldızlar yer değiştireceğinden, bazı önlemler almak gerekir. Teleskop, ekseni Dünya'nınkine paralel bir EKVATORAL KURGU üstüne yerleştirilir ve Dünya ile aynı hızda, karşıt yönde döndürülür.

Zelenşukskaya'daki (S.S.C.B.) 6 m'lik teleskoptaysa, değişik bir yöntemden yararlanılır. Bu teleskopta, yatay ve düşey harekete olanak veren *altazimut* kurgu kullanılmıştır. Sistem ayrıca, bir bilgisayarla donatılmış ve teleskopa, yıldızları izlerken bilgisayarla denetlenecek bir biçim verilmiştir. Büyük bir teleskopun kurgu sisteminin yapımı, optik öğelerin yapımı kadar zordur. 500 ton ağırlığında olan 5 m'lik bir teleskopta, yönlendirme mekanizması, 55 km uzaklıktaki bir tabağa nişan alabilecek kadar duyarlıdır.

Teleskopların, az ışıklı cisimleri görünebilir hale getirmelerinin yanı sıra, ayrıntılı ve net bir görüntü vermeleri de beklenir. Büyütme ne kadar büyük olursa olsun, teleskop, ayırma gücünü aşamaz. Sözgelimi, 76 mm'lik bir teleskop, Ay üstündeki 5 km çaplı bir krateri gösterebilir, ama 1 m'lik bir teleskop 400 m çaplı küçük kraterleri bile ayırt eder. Bu yüzden gökbilimciler, yeterince parlak olmalarına karşın, Ay ve gezegenleri incelerken de büyük teleskoplar kullanırlar.

Bazı teleskoplar, belirli gök cisimlerini inceleyecek biçimde özel olarak yapılır. Sözgelimi Güneş, par-

S.S.C.B'nde 6 m'lik bir teleskopun kurgusu. (üstte solda) Destekleri taşıyan platform, duyarlı bir hızla dönmektedir.
Yer düzeyindeki karmaşık hava akımlarının üstüne kurulu Mount Wilson Güneş kulesi. (üstte sağda) Teleskop ışığı yer altına yansıtarak, Güneş'in çok net bir görüntüsünü verir.

lak olduğu için, çok uzun odak uzaklıklı büyük ve ayrıntılı görüntü veren teleskoplarla incelenir. Güneş teleskopları, yerden yükselen sıcak hava dalgalarından etkilendikleri için, genellikle külelere yerleştirilirler.

TELEVİZYON (temel ilkeler)

Televizyon çok karmaşık bir konudur. Bu yüzden, temel ilkelerin açıklanmasında, bazı yönlerinin yalınlaştırılması gerekir.

Siyah-beyaz televizyon: Bir gazete fotoğrafı yakından incelendiğinde, resmin, düzgün geometrik şekilli küçük noktacıklardan oluştuğu görülür. Resimdeki beyaz bölgelerde noktalar çok küçük, koyu bölgelerde daha büyük ve birbirine yapışıktır. Siyah ile beyaz arasında kalan gri tonlarsa, değişik büyüklüklerde noktalardan oluşur. Bu türden fotoğraf elde etmenin başka bir yolu da, büyüklükleri değişmeyen farklı gri tonlarda noktalar kullanmaktır.

Resmi küçük noktalara parçalama tekniği, televizyonda da kullanılır. Her noktanın koyuluk derecesiyle ilgili bilgi, alıcıya gönderilerek, orada, özgün görüntünün kopyası elde edilir.

Televizyon kamerası: İlk işlem, yayınlanacak görüntünün optik görüntüsünü yaratmaktır. Normal olarak bu, televizyon kamerasındaki zoom objektifiyle elde edilir ve *kamera tüpü* içindeki *hedefe* (kamera içindeki ekran) düşürülür. Hedef, foto-iletken bir malzemeden yapılmıştır ve arka yüzünde bir gerilim oluşturur. Bu gerilim, hedef üstündeki bir noktaya düşen optik görüntü parçasının parlaklığıyla orantılıdır.

Hedefin arka yüzü, kamera tüpü içinde üretilen elektron demetiyle taranır. Tarama işlemi soldan sağa doğrudur ve insan gözünün bir yazıyı okurken yaptığı harekete benzer. Görüntüyü soldan sağa doğru bir satır boyunca tarayan demet, hızla sola dönüp, ikinci satırın başına geçer ve işlem, görüntünün en alt sınırına varana kadar sürer. Alt sınırdan elektron demeti, görüntünün üst başına dönerek işlemi yineler.

Hedef üstünde taranan satır sayısı ne kadar fazlaysa, televizyonda o kadar ayrıntılı bir görüntü elde edilir. İlk uygulama olan Baird sisteminde yalnızca 30 satır kullanıldığından, görüntü oldukça niteliksizdi. Günümüzdeyse, Avrupa ülkelerinde (Türkiye'de de) 625 satır kullanılır. Avrupa yayınlarında hedefin tam bir kez taranması 1/25 saniye sürer ve saniyede 25 resim iletilebilir (sinema filmlerinde saniyede 24 kare gösterilir). A.B.D'nde resim, 525 satırdan oluşur ve saniyede 30 resim yayınlanır (gerçekte, her resim iki kez birer satır atlanarak taranmaktadır).

Hedef taranırken, optik görüntünün ayrıntılarını temsil eden gerilimler yüksüzleştirilir ve elektron demeti tarafından kamera tüpünün çıkışına iletilir. Böylece tüp çıkışı, optik görüntünün bir satırındaki parlaklık değişikliğiyle orantılı gerilim çıkışına dönüşmüş olur. Bu değişken gerilime «*resim sinyali*» adı verilir. Elektrik demeti resmin soluna geçerken, resim sinyalinde küçük bir aralık, resmin üst başına geçişinde de biraz daha uzun bir aralık oluşur.

Resimdeki ayrıntıların böyle bir sinyal tarafından oluşturulma sürecini göstermek için, örnek olarak, beyaz bir fon üstüne düşey olarak çizilmiş siyah, koyu gri ve açık gri üç şeridin bulunduğu yalın bir resim ele alınabilir. Böyle bir resimde, düşey doğrultuda hiç bir ayrıntı yoktur. Yatay doğrultudaki ayrıntılarsa, satırlar boyunca hep birbirinin aynıdır. Her satır beyaz tonla başlar, ardından siyah ton, yeniden beyaz ton, sonra koyu gri ton, yeniden beyaz ton, sonra üçüncü şeridin açık gri tonu ve yeniden beyaz ton gelir. Dolayısıyle, bu yalın resim sinyalinin dalga biçimi, bir dizi vurudan oluşur. Sinyal, beyaz bölgelerde en büyük, siyah bölgelerde en küçük değerdedir. Gri tonlardaysa bu iki değer arasında değişir.

Normal ayrıntılı televizyon resminde, resim sinyali, her satır taraması için farklıdır. Hareketli sahnelerin söz konusu olduğu durumlardaysa, her satırdaki dalga biçimi, zamana bağlı olarak da değişir.

Resim tüpü: Televizyon alıcısında resmi yeniden oluşturmak için resim tüpü (Bk. KATOT IŞINI TÜPÜ) kullanılır. Resim tüpünün içinde de ekran üstünde odaklanan bir elektron demeti vardır. Bu demet, ekranı tıpkı kamera tüpündeki demet gibi tarar. Resim tüpündeki ekranın iç yüzü, elektron demetinin çarptığı noktada parlayan bir malzemeyle kaplıdır. Demet yoğunluğunun kameradan gelen resim sinyaliyle denetlenmesiyle, özgün sahne, resim tüpünde yeniden oluşturulur. Saniyede 25 tam resim yayınlandığından, hareketli sahneler, aşağı yukarı sinema filmi kadar nitelikli biçimde gösterilebilir. Ancak, alıcıda

başarılı bir sonuç elde etmek için, resim tüpündeki elektron demetinin, kamera tüpündeki demetin hareketlerini aynen izlemesi gerekir. Hareketin duyarlılığı, *eşzaman sinyalleri*yle sağlanır. Kameradaki demet görüntünün sağ kenarına vardığı anda, «*satır eşzamanlama sinyali*» diye nitelenen bir sinyal gönderilir. Alıcı, bu sinyali aldığı anda, resim tüpündeki demeti ekranın sol tarafına saptırır. Bir de *alan eşzamanlama sinyali* vardır. Kameradaki demet resmin dip ucuna vardığı zaman gönderilen bu sinyal, resim tüpündeki demeti, ekranın en üst ucuna getirmeye yarar.

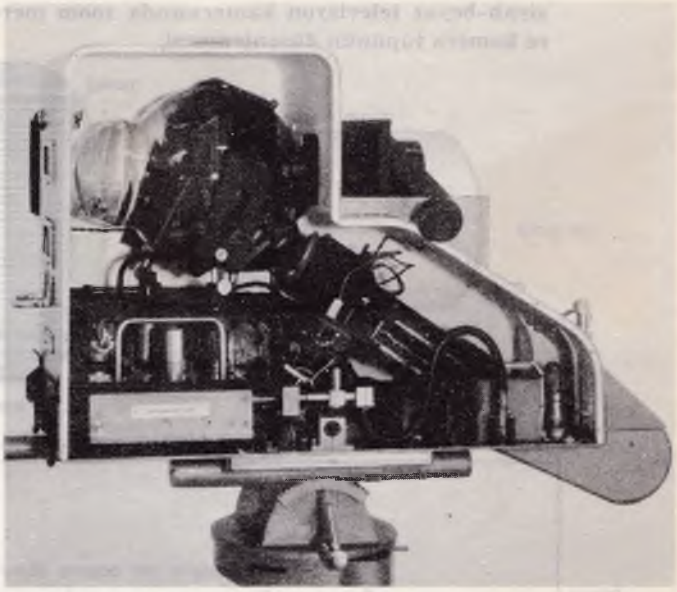
Eşzamanlama sinyalleri alıcıya, ayrı ayrı değil, resim sinyaliyle birleştirilmiş olarak gönderilir. Bu yöntemde eşzamanlama sinyalleri, resim sinyalindeki siyah sinyalden daha da siyah bir sinyal biçiminde yayınlanırlar ve ekranda görüntü etkisi yaratmazlar. Alan eşzamanlama sinyali, birkaç satırlık bir süre kapladığından, TV ekranında 625 satırın tümü görünmez. Alan eşzamanlama sinyali gönderilirken, satır eşzamanlama sinyallerinin yayını sürer; dolayısıyle de, alıcıdaki yatay saptırma devrelerinde herhangi bir kesinti ortaya çıkmaz. Birleştirilmiş resim ve eşzamanlama sinyaline, «*video sinyal*» denir. Kameradan çıkan bu sinyal, alıcıya, ya kapalı devre TV'lerde olduğu gibi kabloyla ya da bilinen TV yayınlarındaki biçimiyle, yani radyo dalgası halinde gönderilir.

Ses yayını: Televizyonun kapalı devre uygulamalarının çoğunda, resim gerekli bilgiyi taşıdığından, ayrıca ses yayını yapılmayabilir. Bununla birlikte, genel TV yayınlarında, ses en önemli öğelerden biridir. TV yayınında ayrı bir vericiden çıkan ses, resim sinyaliyle aynı anten üstünden yayınlanır.

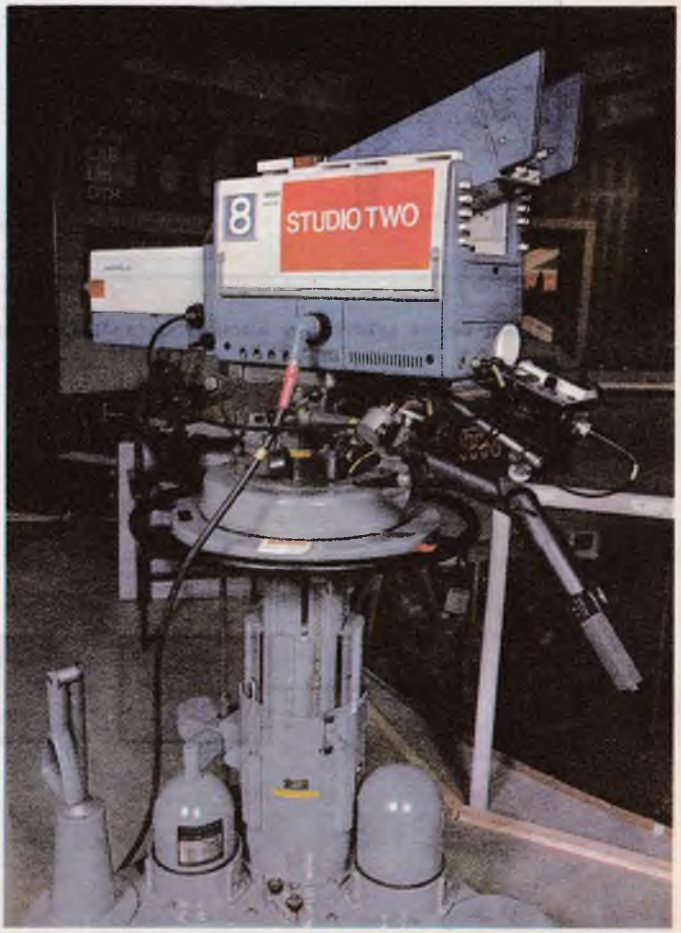
Televizyon kanalları: Ses taşıyıcı frekans, görüntü frekansının hemen yanına yerleştirilir. Böylece alıcı, ilk aşamada iki sinyali birden yükseltebilir. Bu iki sinyalin oluşturduğu bütünlüğe «*TV kanalı*» adı verilir. Bir kanalın kapladığı *frekans bandı*, görüntü ve ses bantları arasındaki uzaklığa ve görüntü sinyalinin frekans bandına bağlıdır. 405 satırlı sistemlerde kanallar, 5 MHz'lik aralıklarla, 625 satırlı sistemlerdeyse 8 MHz aralıklarla gönderilir. Radyo ses dalgaları genellikle dalga boyuna göre tanımlanır; ama TV yayınları, kanal numaralarına göre belirlenir.

Siyah-beyaz alıcı: Video sinyalin değişik işlemlerden geçirilmesi gerekir. Uygulamada bu işlemler, bir (ya da birkaç) vakum tüpüyle ya da transistörlü entegre devreyle gerçekleştirilir. Eski tip alıcılarda yalnızca vakum tüpü kullanılırken, daha sonrakilerde vakum tüpü ve transistör karışımı bir uygulamaya geçilmiştir. Çağdaş setlerdeyse, ya yalnızca transistör ya da transistör ve entegre devre karışımı kullanılmaktadır.

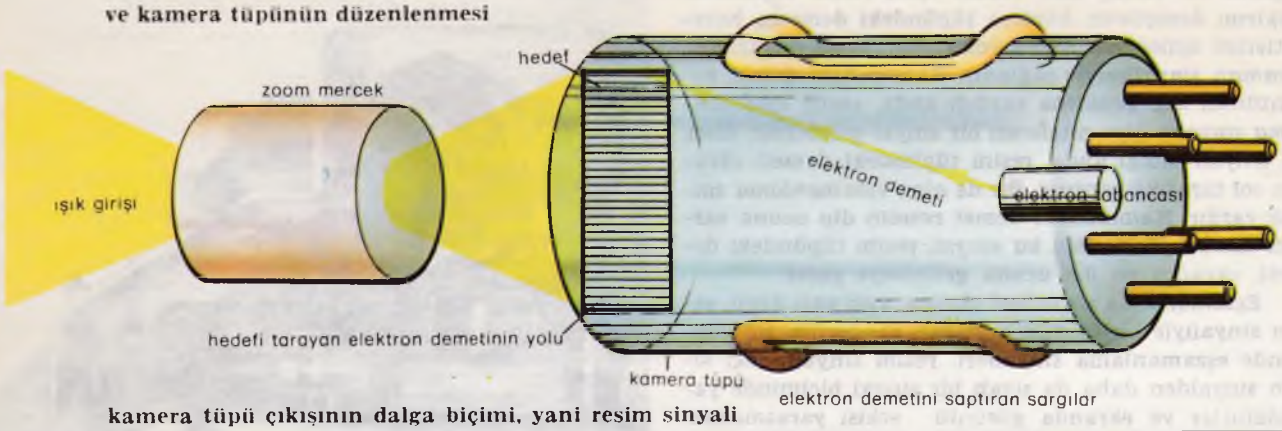
TV alıcıları *süperheterodin* ilkesine göre çalışırlar; yani yükseltme ve seçme işlemlerinin çoğu, «*ara frekans* yükselticisi (IF)» adı verilen aygıtlarla gerçekleştirilir. Her sinyalin taşıyıcı frekansı, tonlayıcı tarafından seçilir ve IF değerine dönüştürüldükten sonra, IF yükselticisine gönderilir. Tonlayıcı devrede, frekans değiştirme aşaması ve bir radyo frekans yükselticisi (RF) bulunur.



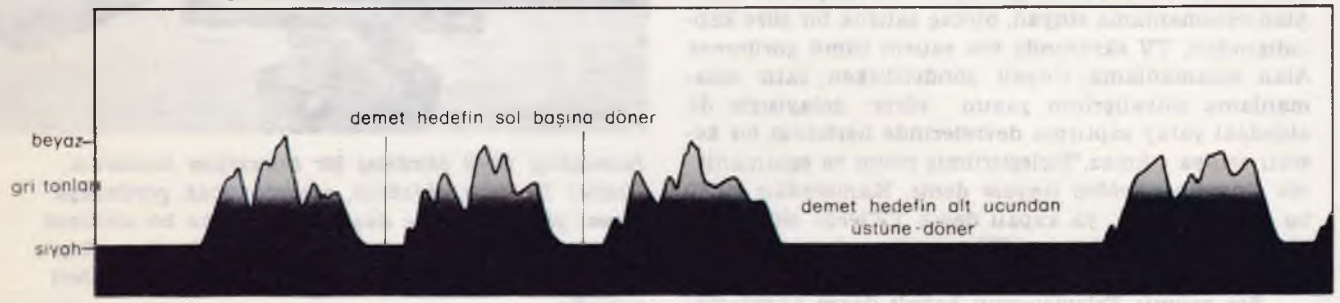
İkonoskop tüpü takılmış bir televizyon kamerası. (üstte) Kamera objektifi, yayınlanacak görüntüyü sinyal plakası üstüne düşürür. Bu plaka bir elektron demeti tarafından taranır. Günümüzde ikonoskop tüplerinin yerini, daha duyarlı olan ortikon tüpleri almıştır.
Bir renkli televizyon kamerası. (altta)



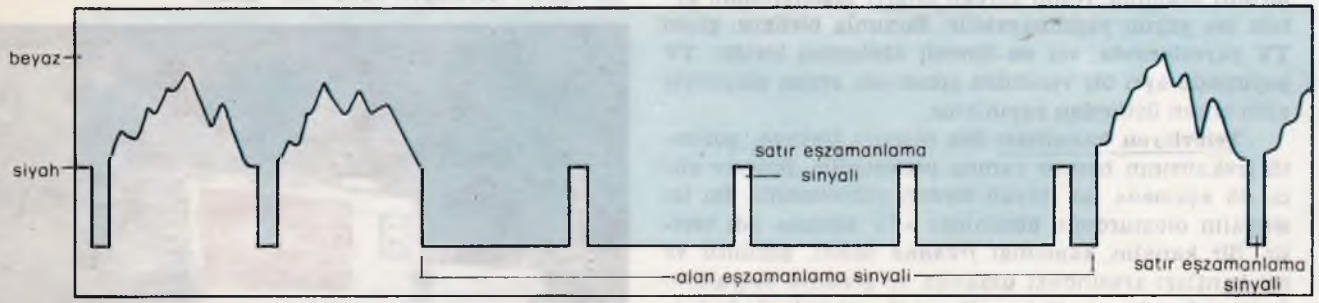
siyah-beyaz televizyon kamerasında zoom merceğinin ve kamera tüpünün düzenlenmesi



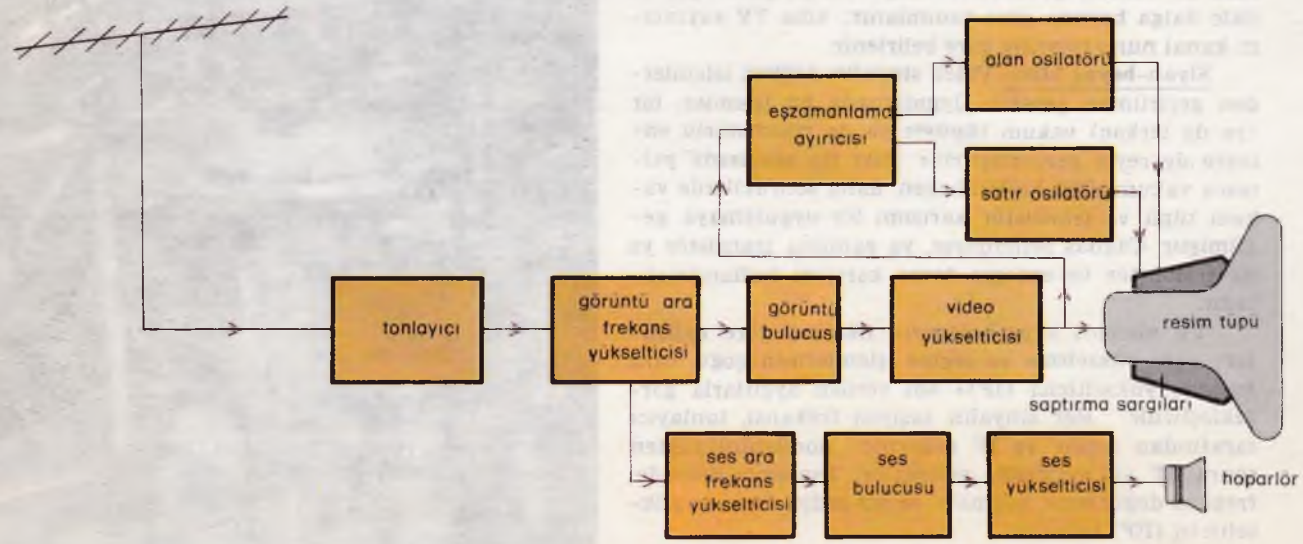
kamera tüpü çıkışının dalga biçimi, yani resim sinyali

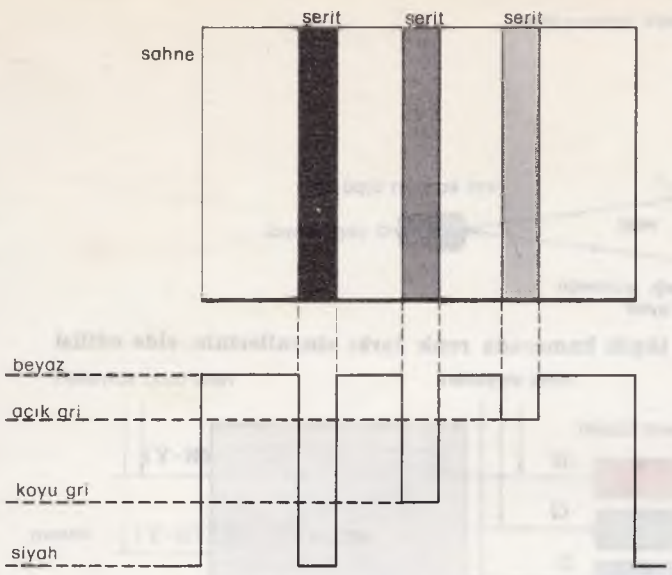


video sinyalin dalga biçimi, yani resim sinyali ve eşzamanlama sinyali



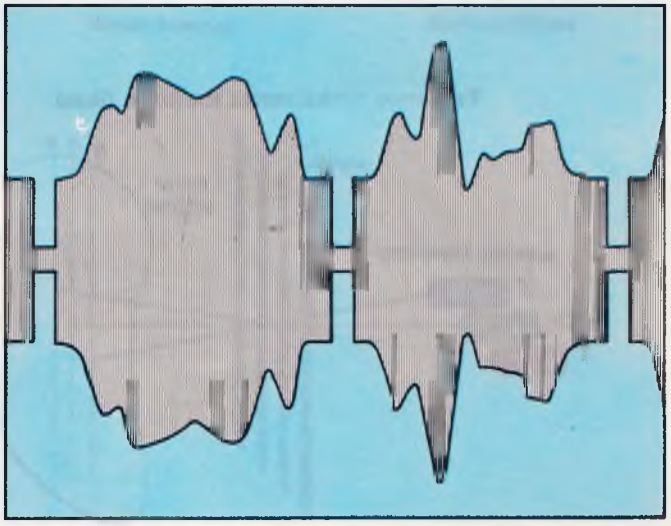
siyah-beyaz televizyon alıcısı için yalınlaştırılmış çizim





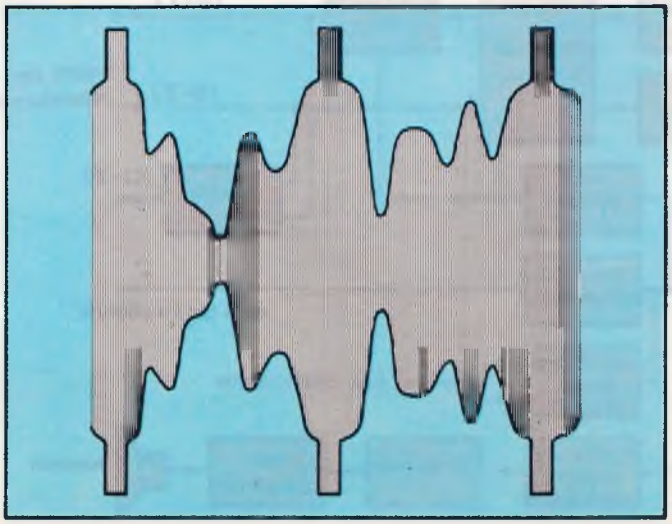
siyah, koyu gri ve açık gri şeritlerden oluşan sahnenin resim sinyali

video sinyal için kullanılan iki tür genlik modülasyonu



artı modülasyon

eksi modülasyon



Çekilen sahneden gelen ışık hedefe çarptığında, hedef artı yükle yüklenir. Hedefi düzenli biçimde tarayan elektron demeti, bu yükü elektrik sinyaline (resim sinyali) dönüştürür. Resim sinyali, en büyük değer (beyaz) ile en düşük değer (siyah) arasında değişir. Satır ve alan eşzamanlama sinyalleri eklendiğinde bu sinyal, video sinyali biçimini alır. Video sinyali, resim tüpünde görüntüyü oluşturmak için gereken bütün bilgileri içerir. Yayın sırasında video sinyali, önce, genlik modülasyonuna uğratılır. «Artı» ve «eksi» diye nitelenen iki tür modülasyon vardır. Renkli yayın söz konusu olduğunda modülasyon seçimi önemlidir. Alıcıda eşzamanlama sinyalleri resim sinyalinden ayrılıp, resim tüpündeki taramayı denetlemek için kullanılır. (solda)

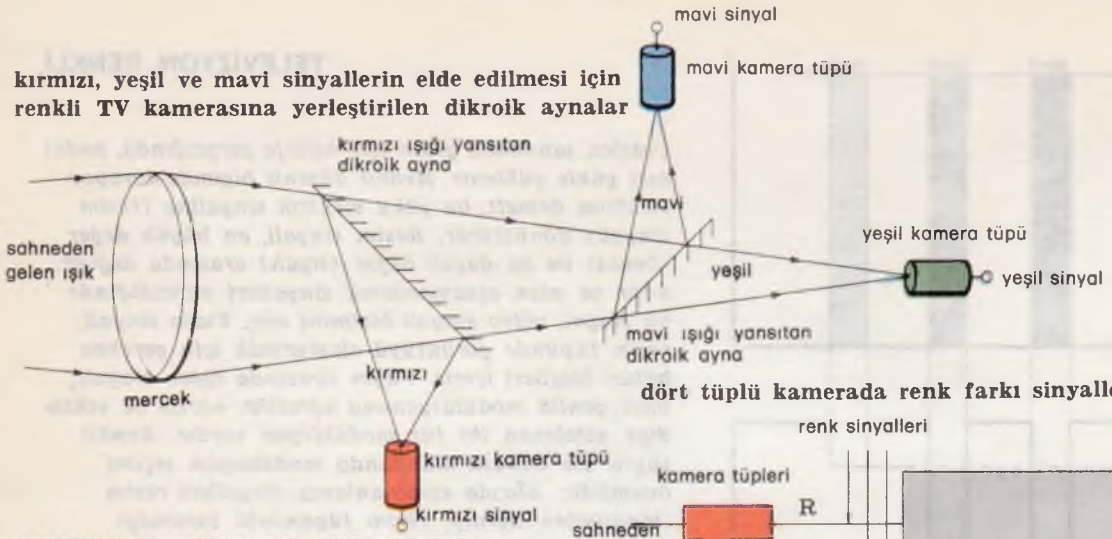
Tonlayıcı devrede kanal seçme işlemi, ya düğmelerle ya da bir döner anahtarla sağlanır. Bazen, taşınabilir TV'lerdeki gibi sürekli tonlayıcı devreleri de takılır. Alıcının ilk aşamasında, ses sinyali ve görüntü sinyali birlikte yükseltilir; ama daha sonra, bu sinyaller birbirinden ayrılarak, farklı devrelerde işlemden geçirilirler. Modüle edilmiş taşıyıcı sinyalden görüntü sinyalini, görüntü bulucusu ayırır ve yeniden yükselttikten sonra, resim tüpüne gönderir. Eşzamanlama sinyalleri, eşzamanlama sinyali ayırıcısında video sinyalden ayrılır ve doğru frekansa kilitleme sağlamak için, satır osilatörüne gönderilirler. Satır osilatörünün çıkışları, resim tüpünün boynunda bulunan yatay saptırıcı bobinlere bağlanır. Yatay taramayı bu bobinler sağlar. Satır osilatörünün frekansı denetlenerek,kilitlenmenin oluşacağı aralık bulunur. Alan osilatörü düşey sapmaları denetler. Bunun da frekansı denetlenerek, düşey kilitlenme sağlanabilir. Ses sinyali, modüle edilmiş taşıyıcı sinyalden ses bulucusuyla ayrılır ve yükseltildikten sonra hoparlöre gönderilir.

TELEVİZYON, RENKLİ

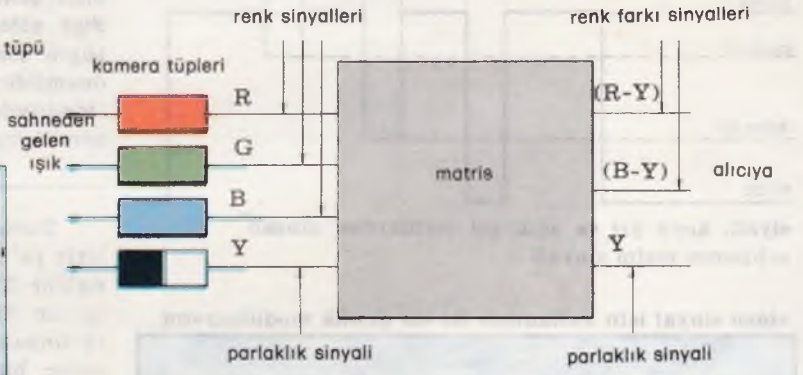
Televizyon yayınlarına yeni başlayan ülkeler, sistemlerini doğrudan doğruya renkli TV'ye göre kurabilirler. Güney Afrika Cumhuriyeti, bu tip ülkelere örnek gösterilebilir. Bununla birlikte, yaygın uygulama, siyah-beyaz yayından renkli TV yayınına geçiş yönündedir. Siyah-beyaz yayınla birlikte renkli yayının sürdürülmesi için, çok sayıda teknik gereksinimin yerine getirilmesi zorunludur: Renkli yayın, siyah-beyaz yayının frekans bandına uygun olmalıdır; siyah-beyaz alıcılar, renkli yayını siyah-beyaz görüntüleyebilmelidir *(bağdaşım)*; renkli alıcılar,yayın siyah-beyaz olduğunda nitelikli siyah-beyaz resim verebilmelidir.

Renk: Yukarda sayılan koşulları yerine getirecek olan renkli TV, temelde siyah-beyaz sisteme çok benzer (Bk. TELEVİZYON [temel ilkeler]). Ancak renklerin aktarılması için ek sinyaller kullanılır. Gerçekte, renkli televizyon alıcısının görüntülediği resim, renklerle doldurulmuş siyah ve beyaz bölgelerden oluşur.

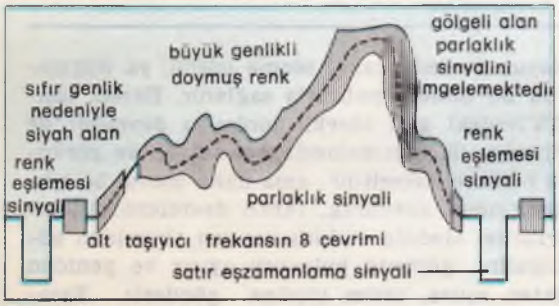
kırmızı, yeşil ve mavi sinyallerin elde edilmesi için renkli TV kamerasına yerleştirilen dikroik aynalar



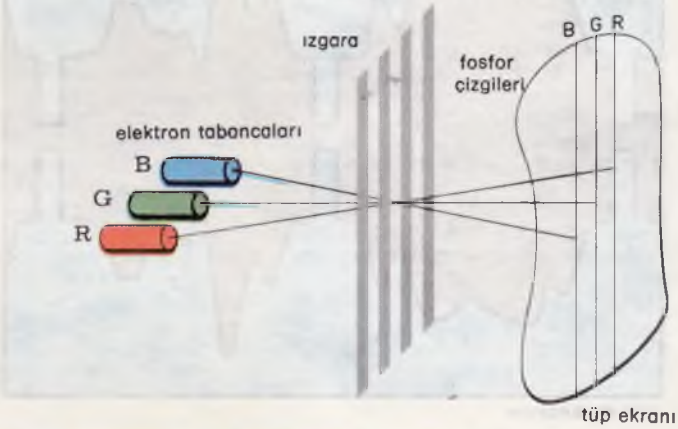
dört tüplü kamerada renk farkı sinyallerinin elde edilişi



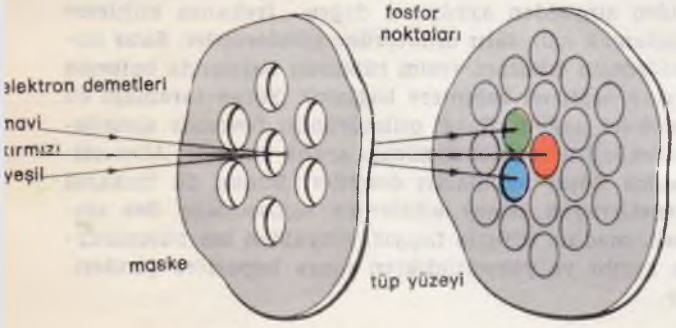
renkli TV sinyalinin video dalga biçimi



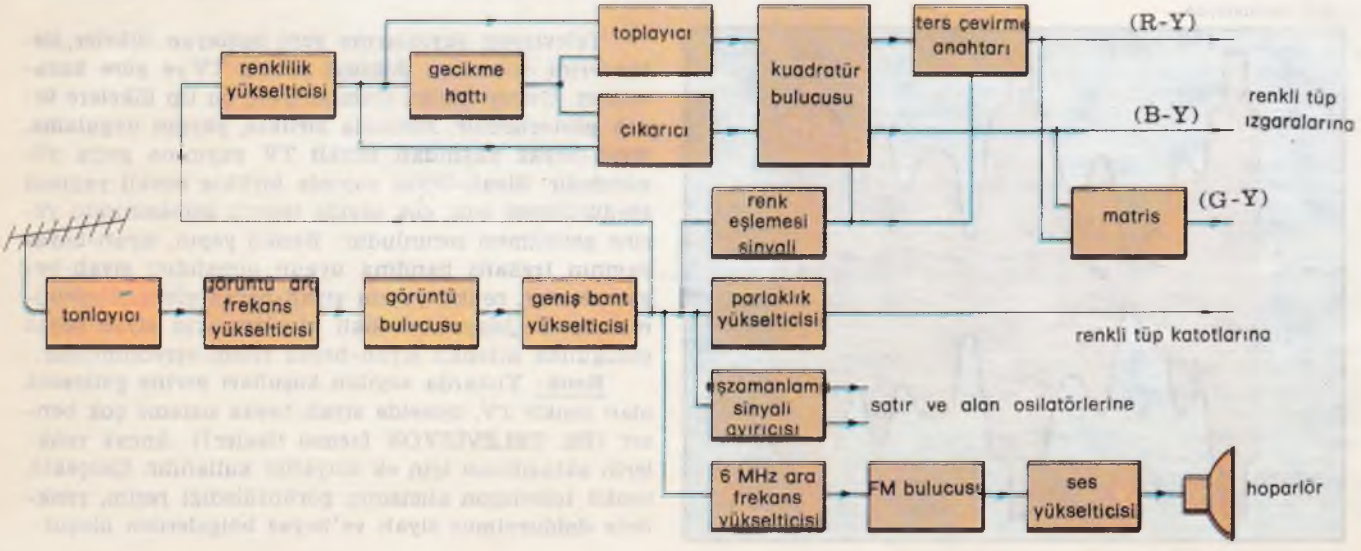
Trinitron renkli resim tüpünün ilkesi



maskeli resim tüpünün ayrıntıları



PAL renkli TV alıcısının yalın devre çizimi



Alıcının renkleri doğru olarak görüntüleyebilmesi için iki ayrı bilgiye gereksinim vardır: Temel renk; bu rengin şiddeti («doyma» da denir). Temel renk (yani, rengin kırmızı, yeşil, sarı, vb. oluşu), tayftaki konumuna göre saptanır. Rengin şiddeti de, tonunun ölçüsüdür. Sözgelimi temel rengin kırmızı olduğu durumda bu, koyu kırmızı, pembe ya da başka bir ara ton olabilir. Başka bir deyişle koyu kırmızı, beyaz renkle açılabilir. Burada koyu kırmızı doymuş renktir, pembeyse doymuş değildir.

Bu yüzden, alıcıya resimdeki renkli bölgelerin temel renk ve doyma durumlarına ilişkin bilginin gönderilmesi gerekir. Ancak, bu bilgiler doğrudan renk ve doyma ölçüsü olarak değil, aşağıda belirtilen biçimde gönderilir.

Kırmızı, yeşil ve mavi sinyalleri: Mavi ve sarı boya karıştırılarak yeşil, mavi ve kırmızı karıştırılarak da mor elde edilebilir. Gerçekte, üç temel rengin birbirleriyle belirli oranlarda karıştırılmasıyla, bütün bilinen renkler elde edilebilir. Renkli baskı tekniklerinde kullanılan bu yöntemden, renkli TV'de de yararlanılır. Üç temel renk olan kırmızı, yeşil ve maviden (bunlar sırasıyla, R, G ve B harfleriyle simgelenir) öteki renkler elde edilir. Bu yüzden görüntünün çözümlenmesi ve her renkli bölgeyi oluşturan kırmızı, yeşil ve mavi miktarlarının saptanması gerekir.

Bu çözümleme, renkli TV kamerasında gerçekleş-

Modern bir TV stüdyosunun denetim odası. (altta) Resimde, değişik kameralara bağlı monitörler görülmektedir.

Kırmızı (R), yeşil (G) ve mavi (B) renk bilgileri sağlanırsa, sahne renkli olarak yayınlanabilir ya da kayda alınabilir. (solda) Renkli kamerada, renk bilgilerini dikroik aynalar (optik filtreler) ayırır. Siyah-beyaz yayının da iyi alınması için, parlaklık (Y) sinyaline gerek vardır. Bu, siyah-beyaz kamera tüpünden elde edilir. Y sinyali, R, G ve B'nin toplamı olduğundan, yalnızca bağımsız iki sinyalin yayınlanması yeterlidir. Kolaylık sağlama amacıyla bunlar, renk farkı sinyallerine dönüştürülür; (R-Y) ve (B-Y) yayında, ana sinyal Y sinyalidir; dolayısıyle renkli alıcılar siyah-beyaz görüntü de verebilirler. Renk farkı sinyalleri, bir alt taşıyıcı frekansa bindirilirler. Alıcıda, (R-Y), (B-Y) ve Y birbirinden ayrılır ve bunlardan (G-Y) üretilir. Bu üç renk farkı sinyali, sırasıyla R, B ve G elektron tabancalarının ızgaralarına gönderilir. Üç katoda da Y sinyali verildiğinde, ayrı ayrı R, G ve B görüntüleri elde edilir. Üç ayrı renkli görüntüyü birleştirmek için iki yol vardır: Maskeli ve fosfor noktalı tüp; trinitron çizgili tüp.

Renkli resim tüpünün koni biçimli bölümünün kaplanması. (üstte) Tüpün bu bölümü ekrandan ayrı yapılır, denetimden geçirildikten sonra, temizlenip boyun kesimi grafitle kaplanır. Geri kalan bölümlerine de daha ince bir grafit kaplama uygulanır. Sonra, ekranın bağlanabilmesi için uçlar cam çözeltisiyle örtülür.

Eğitim ve endüstri alanlarında kullanılan kapalı devre TV'lerin basılı devrelerinin hazırlanışı. (solda)
Renkli TV tüpünün yapılışı. (altta)

tirilir. *Dikroik aynalar* (Bk. FİLTRE, OPTİK), görüntüdeki kırmızı, yeşil ve mavi bileşenleri birbirinden ayırırlar. Özel olarak yapılmış dikroik aynalar, tayfın belirli bölgelerindeki ışığı yansıtır, geri kalanını öteki yana geçirirler. Bu yöntemle elde edilen kırmızı, yeşil ve mavi görüntüler, üç özdeş kameranın hedeflerine düşürülür. Kameraların her birinde, siyah-beyaz sistemdekine benzeyen bir elektron demeti vardır. Üç elektron demeti, hedeflerine düşen görüntüyü birbirleriyle eşzamanlı olarak tararlar. Kamera tüplerinden üç ayrı resim sinyali çıkar. Bunlardan biri resmin kırmızı bölgelerine, ikincisi yeşil bölgelerine, üçüncüsü de mavi bölgelerine karşılıktır. Bu üç çıkışın birleştirilmesiyle, resmin siyah-beyaz görüntüsünü sağlayan bir sinyal elde edilir. Söz konusu sinyal, siyah-beyaz TV kamerasından çıkan sinyale benzer ve «*parlaklık sinyali*» diye adlandırılır. Renkli TV sisteminin temel sinyali budur. Renkli yayına ayarlı siyah-beyaz TV alıcısı da bu sinyali kullanır.

Dört tüplü kamera: Üç tüplü bir kameradan iyi bir parlaklık sinyali elde etmek için, üç demetin aynı anda, görüntünün aynı satırındaki aynı noktayı taraması gerekir. Bunu sağlamak zordur; ama dört tüplü kamera kullanılarak bu zorluğun üstesinden gelinebilir. Dörtlü sistemde, kırmızı, yeşil ve mavi tüpleri, yalnızca renk bilgisi vermek için kullanılır. Dördüncü tüpeyse, özgün görüntü düşürülür. Dördüncü tüp, siyah-beyaz kamera çıkışı gibi resim sinyali verir. Bu sinyal, parlaklık sinyali olarak kullanılır. Kuşkusuz bu durumda da, dört elektron demetinin birbiriyle eşzamanlı olması ve dört optik görüntünün doğru sırada verilmesi gerekir. Ancak, renkli tüpler ile parlaklık tüpleri arasında ortaya çıkabilecek bir gecikme, parlaklık sinyalinin niteliğini etkilemez.

Renk bilgisinin yayınlanması: Renkli kamera tüplerinden elde edilen üç çıkışın da yayınlanması gerekir; çünkü alıcının renkli tüpü, kırmızı, yeşil ve mavi sinyalleri kullanacaktır. Resimdeki kırmızı, yeşil ve mavi gibi üç değişken niceliğe ilişkin bilginin yayınlanması, üç ayrı sinyal gerektirir. Ne var ki, üç sinyalin kırmızı (R), yeşil (G) ve mavi (B) resim sinyalleri olması gerekmez; söz konusu renkleri içeren herhangi üç sinyal aynı işi görür. Alıcıdaki matris devresinde, cebir işlemleriyle, üç sinyalden kırmızı, yeşil ve mavi elde edilebilir.

Matris işlemi, cebirde çok bilinmeyenli denklem çözümüne uygulanan işlemlere benzer (Bk. MATEMATİK). Kırmızı, yeşil ve mavi renklerin üçünü de içeren sinyallerden biri, parlaklık sinyalidir (Y harfiyle simgelenir). Bilinmeyenlerin çözülmesi için, iki sinyale daha gerek vardır. Bunlar, «*renk farkı sinyali*» diye adlandırılan (R-Y) ve (B-Y) sinyalleri olarak seçilir. İki renk farkı sinyalini yayınlamak için, bir alt taşıyıcı dalga kullanılır. Hem bu iki sinyalin taşıyıcı dalgayı modüle etmesi, hem de alıcıda taşıyıcının demodüle edilmesi için, çok sayıda yöntem geliştirilmiştir. Renkli yayını kanal içinde tutabilmek için, renk taşıyıcı dalga, video sinyal bandının frekansı içine yerleştirilir ve parlaklık sinyali ile modüle edici sinyallerin girişim yapmaması sağlanır.

NTSC sistemi: İlk renkli TV sistemi, 1954 yılında A.B.D'nde yayına sokulan NTSC'dir (National Television System Committee). Bu sistem, A.B.D'nin yanı sıra, Japonya, Kanada ve Meksika'da hâlâ kullanılmaktadır. NTSC sisteminde, renk taşıyıcı dalga, iki ayrı renk farkı sinyali tarafından «*kuadratür modülasyonu*» adı verilen bir yöntemle, genlik modülasyonuna uğratılır.

Taşıyıcı dalga, aralarında 90°'lik faz farkı bulunan iki bileşene ayrılır (Bk. DALGA HAREKETİ). Sonra, her bileşen, renk farkı sinyali tarafından ayrı ayrı modüle edilir. NTSC sisteminin özelliklerinden biri de, modülasyon sırasında taşıyıcı dalganın bastırılmasıdır. Renk bilgisi kenar bantlarda iletildiğinden, bunun sakıncası yoktur. Hattâ taşıyıcı dalganın bastırılması, siyah-beyaz resmin niteliğini artırır.

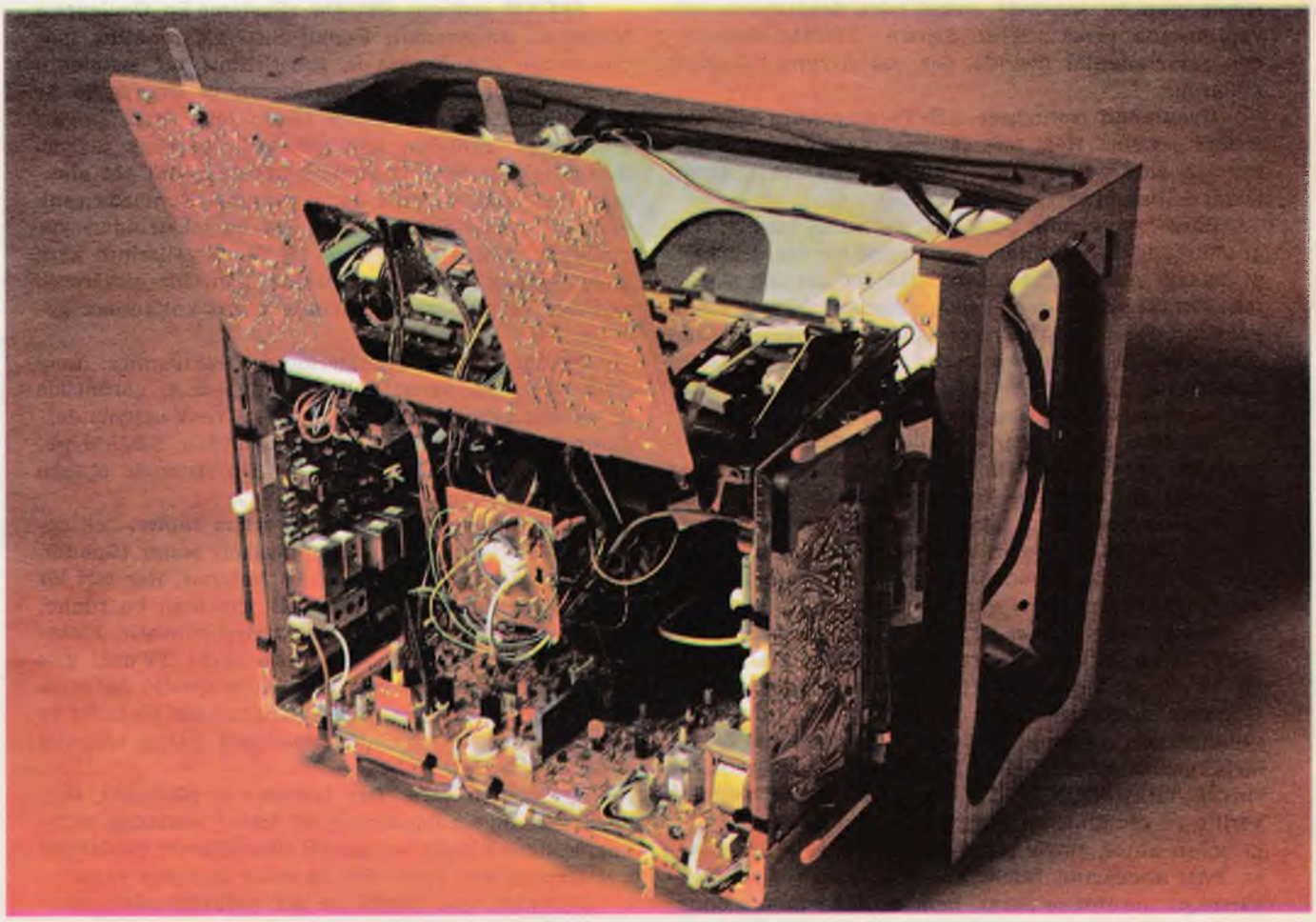
Modülasyondan sonra, iki renk farkı sinyali birleştirilerek, renklilik sinyali oluşturulur. Alıcıda renk farkı sinyalleri, «*kuadratür bulucu*» adı verilen devrede yeniden ayrılır. Bu işlemin yapılabilmesi için, taşıyıcı frekansa kilitlenmiş bir referans sinyali gerekir. Bu yüzden, her satır eşzamanlama sinyalinin hemen ardından, taşıyıcı dalganın birkaç çevrimi gönderilir: Buna, «renk eşlemesi sinyali» adı verilir.

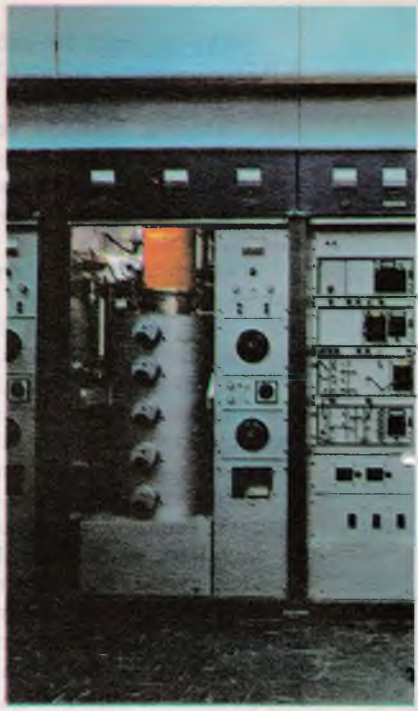
Yayın sırasında renklilik sinyali, parlaklık sinyali üstüne bindirilir. İki renk farkı sinyalinin kuadratür modülasyonu ve birleştirilmesi sonucu üretilen yeni sinyal, taşıyıcı dalgayla aynı frekansta olur. Bunun genlik ve fazı, renk bilgisini taşır. Temel renk, renklilik sinyalinin, renk eşlemesi sinyaliyle yaptığı faz farkıyla karşılanır. Doymayı da, renklilik sinyalinin genliği verir.

NTSC sistemiyle oldukça iyi sonuçlar elde edilir. Ancak, renklilik sinyalindeki en küçük faz değişikliğinin alıcıda temel renk değişikliği olarak değerlendirilmesi, olumsuz özelliklere yolaçabilir. Bu yüzden NTSC alıcıları, elle renk denetimi sağlayan sistemlerle donatılır. Bu sistemle izleyiciler, renklerden birini göze en doğru gelen biçimde ayarlarlar. Öteki renkler otomatik olarak düzeltilir.

PAL sistemi: PAL (Phase Alternation Line: Faz Değiştirme Satırı) sistemi, renklilik sinyalindeki faz değişikliğinin neden olduğu istenmeyen temel renk değişikliklerini otomatik olarak gideren bir sistemdir.

Transistörlü, renkli TV alıcısının iç görünümü. (altta) Aygıtta basılı devreler kullanılmıştır. Fişler ve geçme prizlerle bu devreler, birbirine, denetim düğmelerine, resim tüpüne, vb. bağlanmıştır.





Hannover'deki Telefunken laboratuvarlarında geliştirilmiş olan bu sistemde, temel renk denetiminin elle yapılmasına gerek yoktur. Sistem, SECAM sisteminden yararlananlar dışında, pek çok Avrupa ülkesinde kullanılır.

Uygulanan yöntemde, (R-Y) sinyalinin işaretleri ters çevirilir. Hem ters çevirme, hem de özgün işaretlerin elde edilmesi için, alıcıda, elektronik anahtarlar kullanılır.

Sözgelimi, resmin belirli bir satırında kırmızı rengi olduğundan daha koyu gösterecek bir faz değişikliği ortaya çıkınca, ters işaretlerin bir sonucu olarak, tam alttaki satırda temel renk yeterince kırmızı olmayacaktır. Bu iki satırla ilgili resim sinyalinin ortalaması alınırsa, bulunacak resim sinyali, faz değişikliğinden bağımsız olur ve bu sinyalin verdiği görüntüde, temel renk hatası ortaya çıkmaz.

Art arda gelen satır sinyalleri arasında bir karşılaştırma yapabilmek için, alıcıda bir gecikme devresi kullanılır. Bu devre, bir satır süresine (625'li sistemde 64 mikrosaniye) eşit zaman gecikmeleri oluşturur. Böylece, belirli bir satır için resim sinyali vericiden yayınlandığında, bir önceki sinyal de alıcıdaki gecikme devresinden çıkmış olur. Bu, aynı anda iki satırın resim sinyalinin ortaya çıkması anlamına gelir ve alıcı yalnız bu iki sinyalin ortalamasını almakla kalmaz, (R-Y) ve (B-Y) sinyallerini de birbirinden ayırır. Gecikme aygıtı genellikle, bir cam bloktan oluşur ve gecikme işlemi bunun içinde yayılan ültrasonik dalgalarla gerçekleştirilir. 4,43 MHz frekanstaki renklilik sinyali TRANSDÜKTÖR'le cam blokun bir ucundan verilir ve gecikmiş sinyal gene bir transdüktörle öteki uçtan alınır. Böyle bir gecikme aygıtının bulunması, PAL alıcılarını, NTSC alıcılarına göre, hem daha karmaşık görünüme sokar, hem de daha pahalı olmalarına yolaçar.

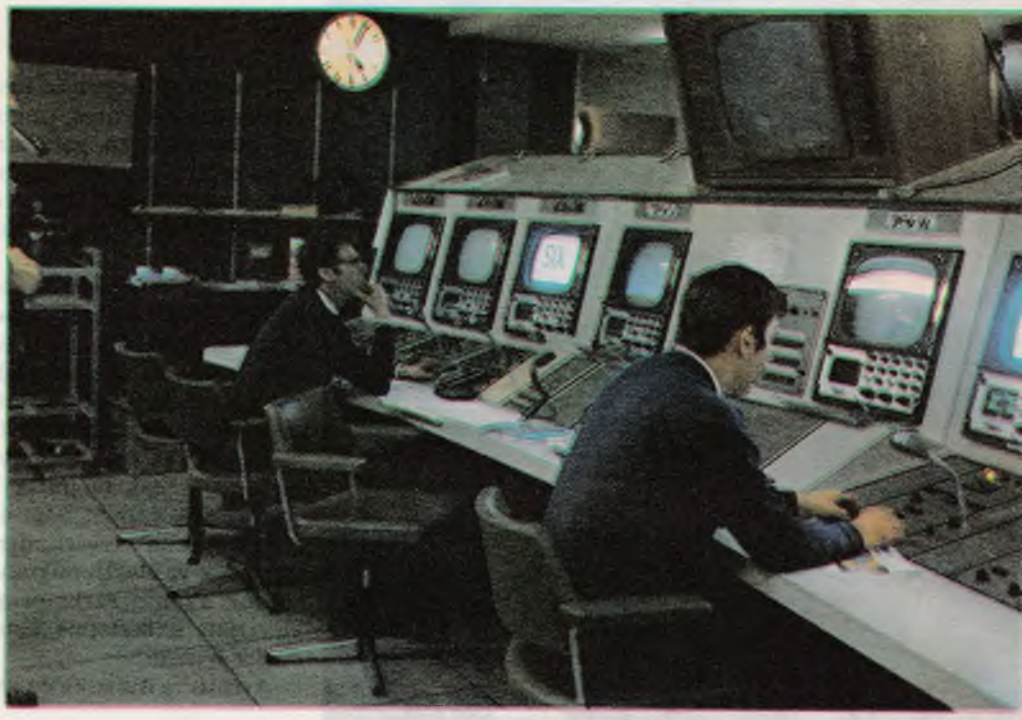
SECAM sistemi: SECAM (Système En Couleurs à Mémoire: Anımsamalı Renkli Sistem), renklilik modülasyonu için Fransa'da geliştirilmiş bir sistemdir. Ayrıca, Doğu Almanya, Macaristan ve Cezayir'de de kullanılmaktadır. (R-Y) ve (B-Y) renk farkı sinyalleri, satır taramaları için gönderilir ve renk taşıyıcı dalga frekans modülasyonuna uğratılır. SECAM alıcıları, PAL alıcılarından daha yalındır. Bunlarda renk bilgisini değerlendirmek için FM bulucularından yararlanılır. Ancak, (R-Y) ve (B-Y) sinyallerinin aynı anda kullanılmalarını sağlamak için, bir elektronik anahtar ve bir satır geciktirme aygıtı kullanmak gerekir.

Sistem, faz değişikliklerinden etkilenmez: ama renk bilgisinin yarısı kullanılmadığından, görüntüde az da olsa ayrıntı yitimi olur. Ayrıca renk taşıyıcı dalganın bastırılması olanaksız olduğundan, SECAM yayın, siyah-beyaz alıcılarda, öteki iki sistemde olduğu gibi iyi görüntü sağlamaz.

Maskeli resim tüpü: Renkli resim tüpleri çok çeşitlidir. Bunların en yaygını, maskeli resim tüpüdür. Bu tüpte, üç elektron tabancası bulunur. Her biri bir temel renk (kırmızı, mavi, yeşil) için olan bu tüpler, bir eşkenar üçgenin köşelerine yerleştirilmiştir. Elektron demetleri, ekranı, tıpkı siyah-beyaz TV'deki gibi tararlar. Ekranın çok yakınında (tüp içinde) bir maske bulunur. Maske, metalden yapılmış bir plakadır ve üstünde, düzgün biçimde sıralanmış yarım milyonu aşkın delik vardır.

Her deliğin karşısında (ekranın iç yüzünde), «üçlü benek» diye adlandırılan üç fosfor noktacığı bulunur. Üstlerine elektron demeti düştüğünde, bunlardan biri kırmızı, biri yeşil, biri de mavi ışıldama yapar.

Benekler, çok küçük ve sık olduklarından, nor-



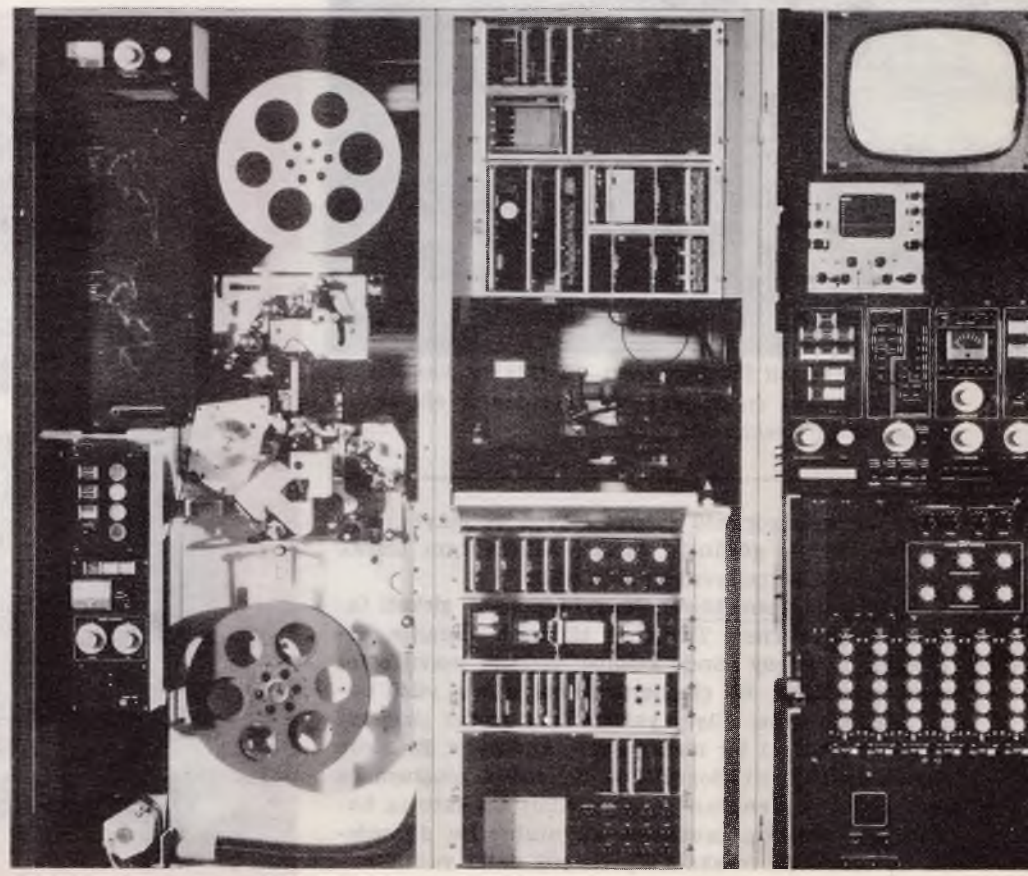
Pago Pago'da (Doğu Samoa) bir TV istasyonunun denetim odası. (üstte solda) TV verici aygıtları. (üstte ortada) Ultra yüksek frekans (UHF) üretmek için klistronlar (kırmızı cisimler) kullanılır. Bu taşıyıcı dalga daha sonra, ses ve görüntü sinyalleriyle modüle edilir.

Çeşitli kamera ve telesine makinalarından gelen değişik görüntülerin monitörlerden izlenmesi. (üstte sağda) Böylece, program için gerekli sahneler seçilebilir.

TV'de 16 mm'lik film yayınlamak için kullanılan telesine makinası. (sağda) Makinada, kayan nokta tarama sistemi kullanılır. Parlak bir benek, bir katot ışını tüpünün ekranını tarar ve yayınlanan film üstüne odaklanır. Bir yoğunlaştırıcı yardımıyla, filmden geçen ışığa kumanda edilir ve kırmızı, mavi, yeşil renklerin ayrımı için dikroik aynalara gönderilir. Üç ayrı fotosel bunları birleştirerek, video sinyali oluşturur.

mal işleme uzaklığında birbirinden ayırt edilemezler. Ama ekran bir büyüteçle incelenirse, fosfor noktacıkları kolayca görülebilir.

Maskeli tüplerde üç elektron demeti bulunur ve



Taşınabilir renkli TV kamerası. (üstte) Bu kamera, resim tüpünden çıkan görüntüleri otomatik olarak sıraya sokup renkleri dengeler.

bunlar üç ayrı görüntü (kırmızı, yeşil ve mavi) oluştururlar. Bu üç görüntü birbiri üstüne tam olarak oturduğunda, gerçek renkler elde edilir.

Trinitron resim tüpü: Sony (Japonya) şirketi tarafından geliştirilen Trinitron tüpünde, ekranın arka yüzünde, düşey yönde kırmızı, yeşil ve mavi fosfor çizgileri bulunur. Bu çizgilerin sayısı birkaç yüzü bulur. Maske yerine, düşey yarıklı (her fosfor çizgisine karşılık bir yarık) bir metal ızgara kullanılır. Elektron tabancasının yatay doğrultuda üç demet oluşturması gerekir. Bu yüzden, yan yana dizilmiş üç katotta bulunan bir elektron tabancası kullanılır. Bu düzenleme, üç tabancalı maskeli tüpten çok daha yalındır.

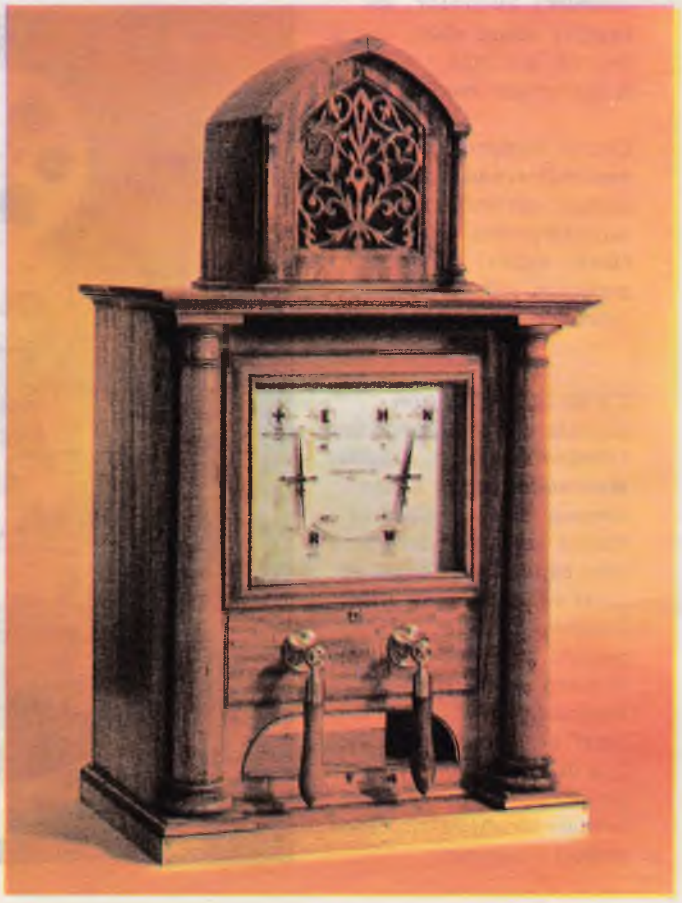
TELGRAF

Yüzyıllar boyunca insanoğlu, çeşitli haberleşme yolları aradı ve ateş, tamtam, ayna ya da çan gibi ilkel yöntemlerden yararlandı. Endüstrileşmiş toplumların ortaya çıkmasıyla, daha iyi haberleşme yöntemleri geliştirme gereksinimi ortaya çıktı.

Elektrikli telgraf: 1795'te Barselonalı Don Francisco Salva, elektrostatik yükleri depolayan *Leyden şişeleri*nin boşaltılması yoluyla alıcı uçtaki operatöre elektrik şoku vererek haberleşme sağlamayı düşündü. Daha elverişli bir sistemin ortaya çıkarılması, ancak Luigi Galvani ve Alessandro VOLTA'nın elektrik pilini bulmalarıyla gerçekleşti. Demiryolu sistemlerinin gelişmesi, elektrikli telgraf gereksinimini artırdı: Gece karanlıkta ya da kötü havada birbirine hızla yaklaşan iki tren, ancak telgrafla uyarılabilirdi. Zamanla birçok ülkede, gerekli bilgi birikimi sağlandı. PİL kesintisiz bir akım verecek, demir tel yerine bakır tel kullanılacak ve elektromıknatıslar bir pusula iğnesini saptırarak akımın varlığını gösterecekti. 1830 yıllarında, elektrikle haberleşme sistemi için gerekli bütün temel öğeler hazırdı.

Avrupa ve Amerika'da gerçekleştirilen çok sayıda bu-

İki ibreli telgraf aygıtı. (altta) Kollar, pili iki yönde hatta bağlayan bir anahtarı çevirir. İbre saparak, sayı ve harfleri gösterir.



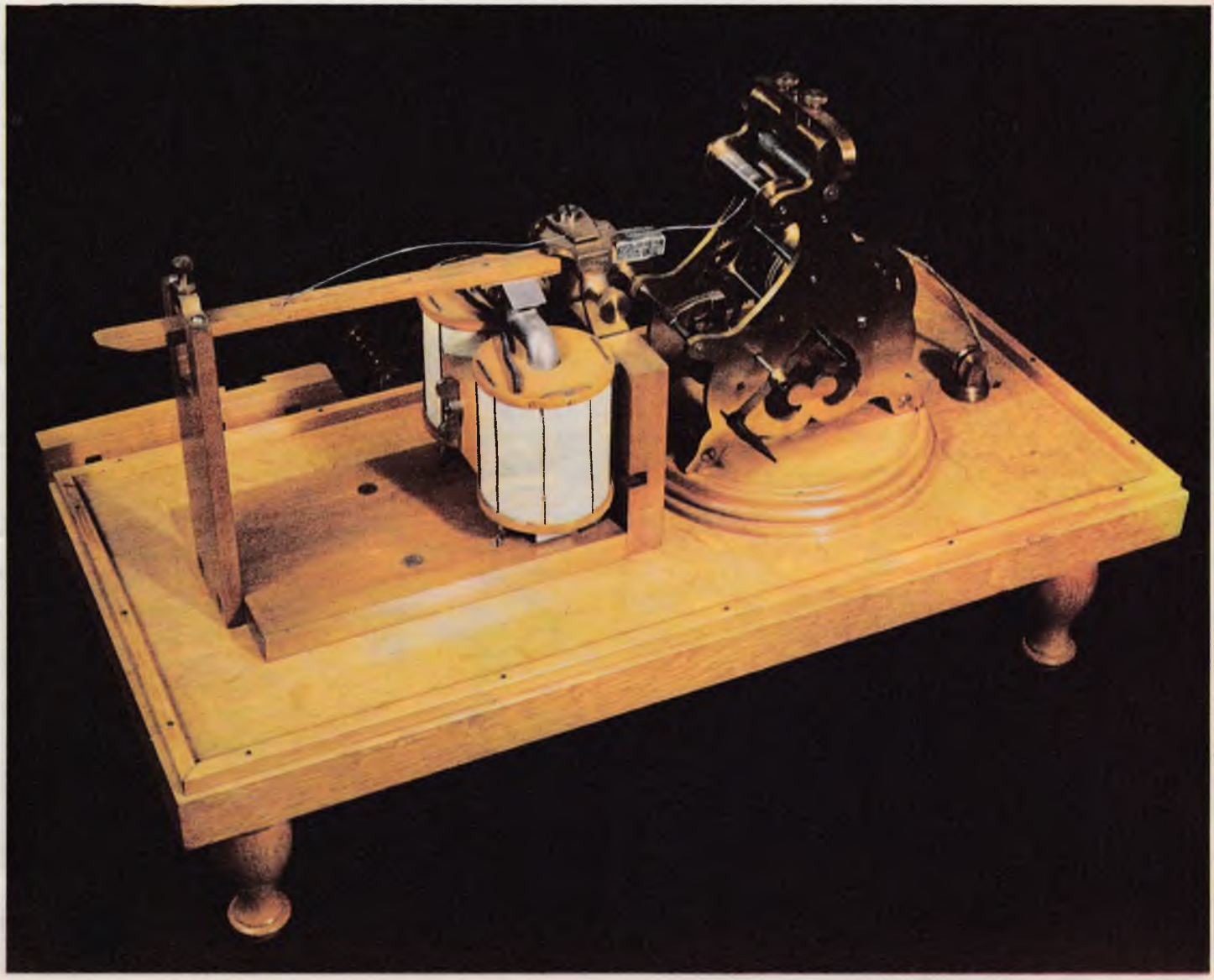
luş içinde,iki İngiliz ve iki Amerikalının,ülkelerinde yaptıkları çalışmalar, iki ana telgraf sisteminin gelişmesini sağladı.

İngiltere'de William Cooke ve Charles Wheatstone,ilk beş ibreli telgraf (1837) ile demiryollarında kullanılan iki ibreli telgrafı (1839) geliştirdiler. Beş ibreli sistem, her seferinde beş ibrenin yalnızca ikisinin kullanılmasıyla, baklava biçimli bir kafes üstüne dizili harfleri gösteriyordu. Bu sistemin çalıştırılması zor değildi, ama devrenin öteki ucuna beş telin (dönüş iletkeni olan altıncı bir tel daha vardı) bağlanmasını gerektiriyordu. İki ibreli sistem daha karmaşık bir işlem gerektirmesine karşılık, tel sayısını ikiye düşürüyor ve dakikada 22 sözcüğe varan bir hızla haberleşme olanağı sağlıyordu.

Wheatstone, telgraf aygıtını geliştirme çalışmalarını sürdürdü. Amacı, özel bir kod öğrenmeyi gerektirmeyen, harf gösteren bir aygıt yapmaktı. 1848'de «ABC» telgrafı diye adlandırdığı, tek telli (ve toprak hatlı), elektromıknatısla bir saat hareketi yaratan telgrafı geliştirdi. Saat hareketiyle, küçük bir pencere arkasında yeralan ve üstünde alfabenin harfleri bulunan bir disk dönüyordu. 1851'de Wheatstone, disk yerine bir baskı çarkı yerleştirerek, harflerin doğrudan kağıt şerit üstüne yazılmasını sağladı. Ama bu telgraf o dönemde pek ilgi uyandırmadı.

Mors sistemi: Aynı yıllarda, A.B.D'nde telgraf alanının en ünlü kişisi olan MORSE da araştırmalar yapmaktaydı. Samuel Finley Breese Morse, bir yolculuk sırasında kendisine elektromıknatıstan söz eden bir yolcuyla tanışmış, bu konuyla ilgilenerek, elektromıknatıslı telgraf sistemi üstünde çalışmaya başlamıştı.

Bir mors telgraf alıcısı. (altta) İlk mors telgraf hatlarında kullanılan bu tür makinalar, alınan mesajları kaydetmek için bir kağıt şerit delme mekanizması da kapsıyordu.



Morse'un amacı, elektromıknatıs yardımıyla bir kalemi hareket ettirerek, bir kağıt şerit üstüne işaretler çizmekti. 1835'te, üstünde bir kalem bulunan sarkacın elektromıknatısla hareket ettirildiği ilk modeli yaptı. Ama, aygıt iyi çalışmadı. Morse, elektromagnetizma alanında bilgisini artırmak için Joseph Henry'ye başvurdu ve Alfred Vail'le birlikte çalışarak, yaklaşık 5 km uzaklığa sinyal iletebilen ikinci bir aygıt yaptı.

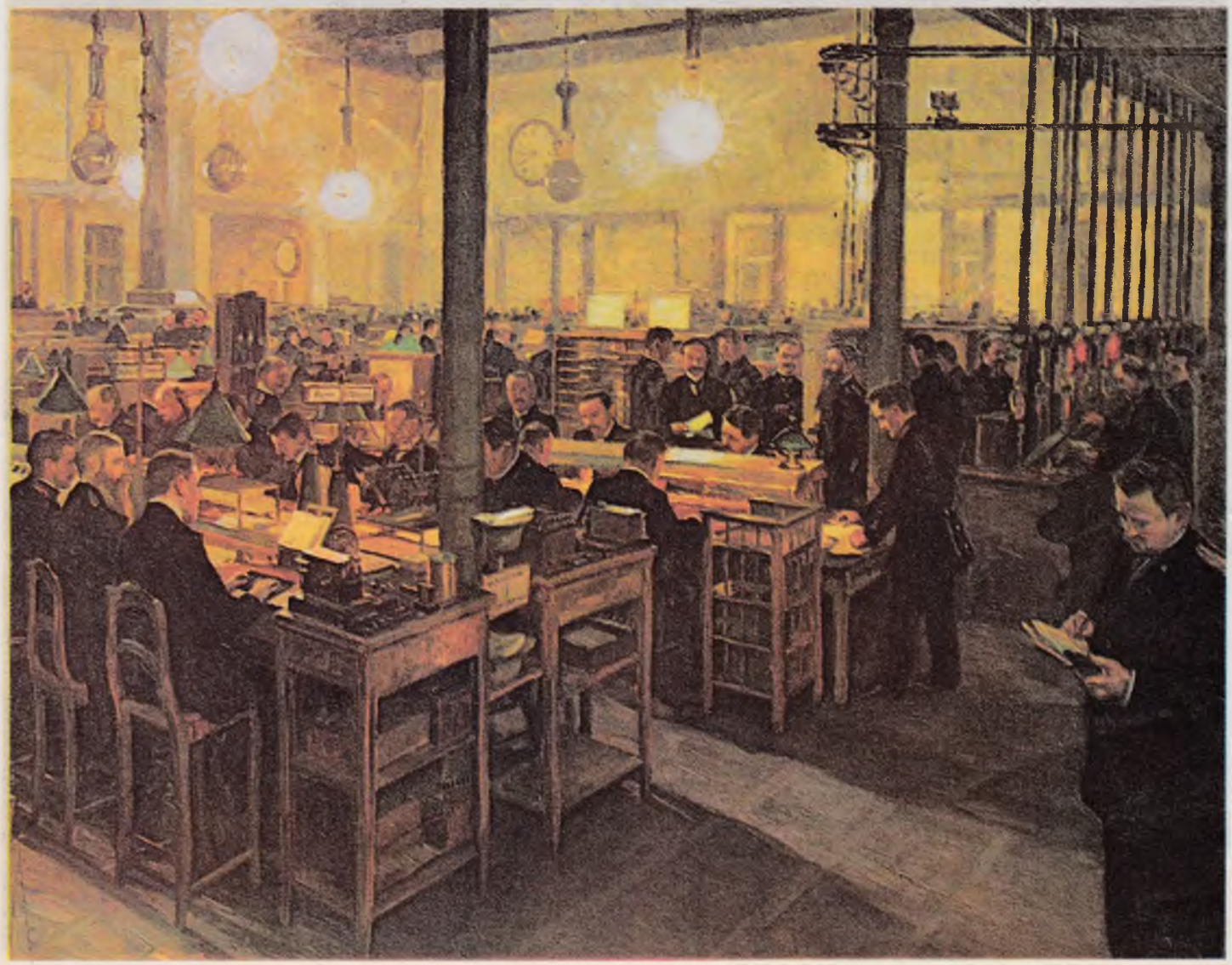
Morse ve Vail'in bu (ve bundan sonraki) çalışmasında kalem, şerit üstünde zikzak çizmek yerine, nokta ve çizgiler oluşturuyor ve bu yüzden, harfler ile sayıları gösterecek bir kodlama gerektiriyordu. Vail, telgraf aygıtında olduğu gibi, mesajları kodlamada da Morse'a yardımcı oldu. Böylece, en sık kullanılan harflere en yalın, ötekilere de daha karmaşık kalıpların uygulandığı, nokta ve çizgilerden oluşan *mors alfabesi* geliştirildi.

Zamanla, usta telgrafçıların nokta ve çizgileri görmeden, tıkırtıları dinleyerek mesajı çözebildikleri anlaşılınca, yalnızca bir maniple, pil, hat ve tıkırtı yapan alıcıdan oluşan telgraflar kuruldu. Ses çıkaran alıcı, bir elektromıknatıs tarafından etkilendiğinde, bir durdurucuya çarparak tıkırtı çıkaran bir *armatürdü*. Morse'un aygıtlarıyla dakikada yaklaşık 20 sözcük iletilebiliyor (bir sözcüğün ortalama 5 harf olduğu kabul edilirse), bu hız, usta telgrafçılar tarafından, dakikada 30-35 sözcüğe kadar çıkarılabiliyordu.

Yalnızca yalın bir aygıt ve sinyali taşıyacak tek bir tel gerektirdiği için, bu sistem, kısa sürede yaygınlaştı.

Kağıt şerit sistemi: Wheatstone'un otomatik mors sistemiyle, delikli kağıt şerit tekniği ortaya çıkarılmıştı (Bk. ŞERİT DELİCİ VE OKUYUCU). Bu teknik, mesajların önceden hazırlanıp, şeritteki delikleri okuyabilen yüksek hızlı bir vericiyle iletilmesini sağlıyordu.

1900 yıllarında Berlin telgrafhanesi. (altta) Telgraf, haberleşmede yeni bir çığır açmıştır.



Wheatstone'un geliştirdiği sistemle, dakikada 600 sözcük iletilebilirdi: ama iletim hattı bu hıza olanak vermediğinden, daha düşük hızlar kullanıldı. İlk delikli şeritler, «çubuklu delici» denilen makinalarla hazırlanıyor, telgrafçı, lastik uçlu üç tuştan birine bastığında, nokta, çizgi ya da ara vererek, şeride gerekli kodu yazıyordu.

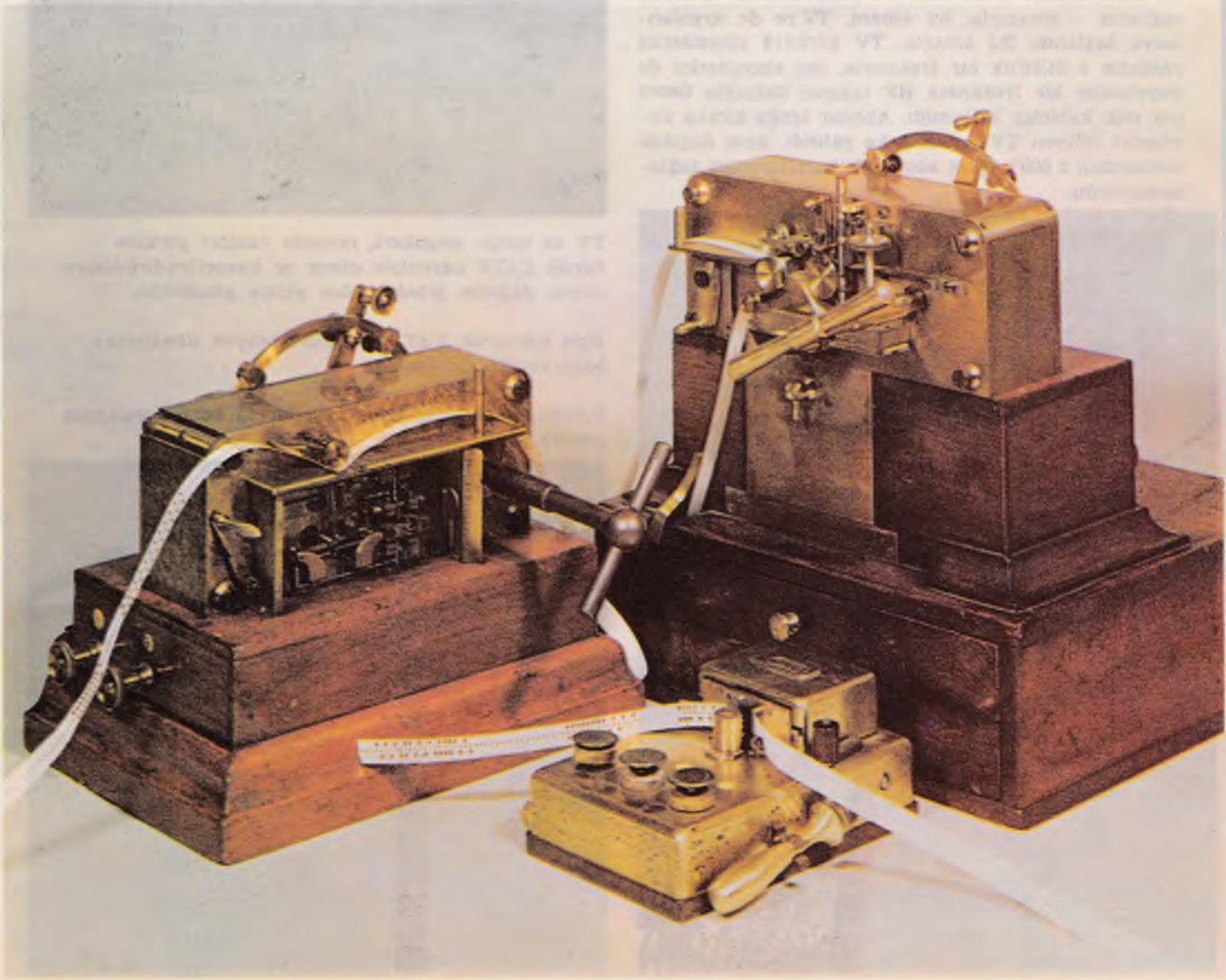
Alıcı uçta, bir elektromıknatıs, mürekkepli bir silindiri döndürerek, şeride nokta ve çizgiler çiziyordu. 1915 yıllarında, İngiltere'de Creed, Amerika'da da Kleinschmidt, daktilodakine benzer klavyesi olan bir delici ile, şeride çizgi çizmek yerine delikler açan bir alıcı geliştirdiler. Bu son gelişme, özellikle aynı mesajın birkaç yere birden gönderildiği durumlarda kolaylık sağlıyordu.

Alıcıda da delikli şerit kullanılması, mors baskı makinasında deliklerin okunup otomatik olarak düz yazı haline getirilmesini sağladı. Böylece telgrafçılar, dağıtımdan önce mesajları yazma işinden kurtarıldı.

Daktilo klavyeli delici, otomatik iletici ve alıcı uçtaki delici ile yazıcı sistem, mors telgraf sisteminin en gelişmiş biçimi oldu. 1930 yıllarında beş birimli kodu, doğrudan çıkışı ve baskı üstünlükleriyle telem, mors kodunun yerini almaya başladı. Gene de bu gelişme, mors telgrafçılığını ortadan kaldırmadı.

Mors alfabesini kullanan elektrik telgrafı ve radyo telgrafından,günümüzde hâlâ yararlanılmaktadır. Telgraf,çok yalın aygıtlarla çalışması ve konuşmanın çok gürültülü ya da çok zayıf olduğu, hattâ telem sinyallerinin bile ulaşamadığı iletim kanallarında haberleşme sağlaması bakımından, önemini günümüzde de korumaktadır.

Bir kağıt şerit delici (ön planda), verici ve kalem-şerit kaydediciden oluşan Wheatstone telgraf sistemi. (altta) Kaydedici, kağıda mürekkepli merdaneyi bastırıyor, merdane elektromıknatısla, kağıdı hareket ettiren mekanizma da saat ilkeleriyle çalışıyordu.



TELLİ TELEVİZYON

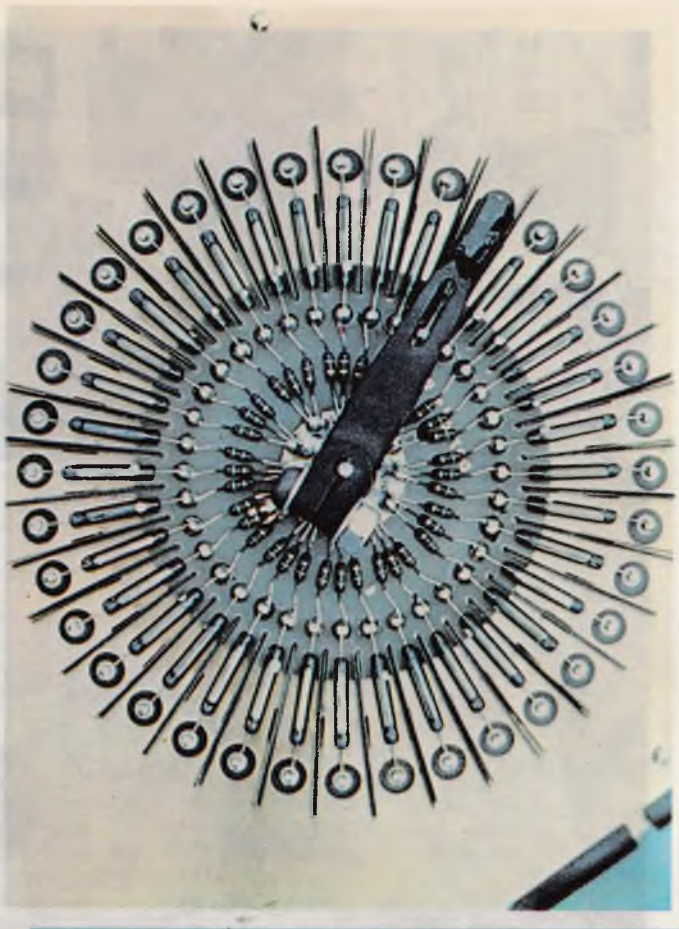
Evlerde kullanılan televizyonlar, VHF ve UHF radyo dalgalarıyla yayınlanan ses ve görüntüyü alırlar. Bu dalgalar, genellikle çatılara takılan antenlerle toplanır. Alınan sinyallerin zayıf olduğu uzak yerleşme bölgelerinin ya da özel şirketlerin yaptığı bölgesel yayınların söz konusu olduğu durumlarda kullanma amacıyla, telli televizyon geliştirilmiştir. Telli televizyonda programlar, ilke olarak elektrik ya da telefon şebekesine benzeyen, ama çalışması daha karmaşık olan bir tel sistemiyle iletilmektedir.

Gelişme: 1930 yıllarında büyük Avrupa kentlerinde, dinleyicilere daha geniş olanaklar sağlama amacıyla telli radyo geliştirilmeye başlandı. Yüksek güçlü ses sinyalleri, çok telli kablolar aracılığıyla, bir düğme ile bir hoparlörden oluşan alıcılara iletiliyordu. Bu yolla, transistörün bulunuşundan önce, programlar normal radyodan çok daha ucuza izlenebilmekteydi. Kalabalık kentlerin Avrupa'ya oranla birbirlerinden daha uzak olduğu A.B.D'nde, TV yayınlarında kolaylık sağlama amacıyla, bu sistem, TV'ye de uygulanmaya başlandı. Bu amaçla, TV görüntü sinyallerini yaklaşık 5 MHz'lik bir frekansta, ses sinyallerini de duyulabilir bir frekansta HF taşıyıcı dalgayla ileten çok telli kablolar kullanıldı. Alıcılar (çoğu kiralık alıcılardı) bilinen TV'lerden daha yalındı. Aynı dağıtım biriminden 2 000'i aşkın abonenin yararlanması sağlanabiliyordu.

TV ve radyo sinyalleri, resimde (üstte) görülen küçük CATV anteniyle alınır ve kuvvetlendirildikten sonra, dağıtım şebekesinden evlere gönderilir.

Bazı ülkelerde, CATV kabloları telefon direklerine bağlanmaktadır. (solda)

CATV kablolarının hava koşullarına karşı korunması gerekir. (altta)



Yukarda tanımlanan yüksek frekanslı (HF) çok telli sistemin yanı sıra, çok yüksek frekanslı (VHF) taşıyıcılarla 30-300 MHz frekans sınırları içinde ya da bazı durumlarda 850 MHz'e kadar ultra yüksek frekanslarda (UHF), programların doğrudan dağıtımı yöntemi de vardır. Bu sinyaller tek bir kabloyla iletilir. İstenen kanalın seçilmesinde TV alıcıları kullanılır. Ancak, sistemdeki kuvvetlendirici birimler, 100-150 aboneden fazlasına program iletemez. Büyük bir sistemde, her abone çıkışına yaklaşık 1-2 milivoltluk program sinyal düzeyi sağlamak için, otomatik denetimli seri bağlı kuvvetlendiriciler takılır. Bu sistem, A.B.D'nde ve Avrupa ülkelerinde «CATV» adıyla tanımlanır.

Ekonomik ve teknik özellikler: Telli sistemden, büyük kentlerdeki evler oldukça ucuza yararlanabilirler. Ama uzak ve tenha alanlarda daha uzun kablo gerektiği ve daha az kişiye hizmet verildiği için, alıcı başına düşen maliyet artar. VHF sistemi biraz daha ucuza mal olur, ama yalın alıcıların üstünlüğünü taşımaz.

Bu seçici düğme (solda) telli TV sisteminde 36 farklı programın seçilmesine olanak sağlar; küçük bir mıknatıslı kola takılı 36 röleden oluşur.

Brüksel'deki (Belçika) bu antenlerle (altta), Almanya ve Lüksemburg'dan alınan yayınlar, kablolarla evlere dağıtılır.

VHF sistemlerinde karşılaşılan bir sorun da, dağıtım için frekans kanallarının seçimidir. Normal radyo yayınıyla aynı kanalların kullanılması durumunda, yayın sinyallerinin girişim yapmaması için, kablolar ve alıcı dikkatle perdelenmelidir. Bu durum, TV ekranlarında, hava iletimindeki yansımaların ikincil görüntüler oluşturması gibi, «hayalet» görüntüler verir. Bu yüzden, ya farklı frekans kanalları kullanılır ya da standart olmayan kanallardan ve UHF kanallarından yararlanılır.

HF sisteminde başka bir sorun ortaya çıkar. Ekonomik dağıtım kablosunun yalnızca altı programlık bir kapasitesi vardır. Daha fazlası gerektiğinde, birden çok kablo kullanmak zorunlu olur. A.B.D'nde olduğu gibi, 12 kanaldan fazlası gerekirse, en iyi çözüm, sinyalleri bir tek eşeksenli kabloyla taşıyıp, bir çift telefon tipi kabloyla da abone bağlantılarını yapmaktır.

TELSİZ TELEFON

Adından da anlaşılacağı gibi, telsiz telefon (ya da radyo telefon), telefon kablolarına gerek göstermeyen bir tür telefondur. Radyo teknikleri günümüzde, yalın ikili sistemlerden (sözgelimi araçlara yerleştirilen telefon gibi), uzayda astronotlarla haberleşmede kullanılan gelişmiş sistemlere kadar, pek çok alanda kullanılmaktadır.

Tarihçe: Daha önce de kullanıldığına ilişkin belirtilerin bulunmasına karşılık, teknolojinin birçok dalı gibi, telsiz telefon da savaş sırasında geliştirildi. İkinci Dünya savaşı sırasında, uçaklarla, gemilerle ve kara taşıtlarıyla haberleşme, büyük önem kazandı. Bu nedenle, kilometrelerce öteye yayın yapabilen düşük güçlü, çok yüksek frekanslı (VHF) telsiz telefon sistemleri geliştirildi.

İkinci Dünya savaşından hemen sonra, polis ve itfaiye servislerinde haberleşmeyi geliştirme gereksinimi, savaş sırasındaki çalışmaların yeniden ele alınmasına yolaçtı. Kısa bir süre sonra, endüstri ve hizmet kuruluşları, bu buluşu çeşitli alanlara uygulamaya başladılar. Telsiz telefonlar günümüzde, hareket halindeki kişilerle haberleşme gerektiren aşağı yukarı her yerde kullanılmaktadır.

Transistör ile transistörlü radyonun geliştirilmesiyle, ucuz ve kullanışlı radyo alıcı-vericileri yapıldı. A.B.D'nde bir «yurttaş bandı» kuruldu ve böylece 27-28 MHz'de, her yurttaşın telsiz telefondan yararlanması sağlandı. Öte yandan, pek çok ülkede olduğu gibi, ülkemizde de bu konuda sıkı kurallar getirildi ve yurttaşların telsiz telefon kullanmaları yasaklandı.

Frekans ve menzil: Telsiz telefonda genellikle VHF (30 MHz-300 MHz) ve UHF (ultra yüksek frekans: 300 MHZ-3 000 MHz) bantları kullanılır. VHF ve UHF yayınları düz ilerleyen dalgalar biçiminde olduğu için, coğrafi ve insan yapısı engeller tarafından durdurulabilirler.

Telsiz telefonların günden güne yaygınlaşması, bütün ülkelerde bunların nerede ve nasıl kullanılabileceklerine ilişkin kesin kuralların getirilmesiyle so-

Fransız tenis şampiyonu J. René Lacoste, «France» gemisinden, 300 km uzaklıktaki «Paris» gemisiyle konuşurken. (üstte) Resim, 1927'de çekilmiştir.

Bir otomobile takılmış telsiz telefon. (altta) Bu modelin 12 ayrı kanalı vardır.

İskoçya polis denetim merkezi. (üstte) Resimde, telsiz telefon denetim kabloları ve bilgisayar ekranları görülmektedir.

nuçlanmıştır. Zorunlu haberleşmelerin aksatılmamasında, söz konusu kurallar büyük önem taşır. Bu nedenle, frekans dağılımı kanallara bölünmüş ve her kanal belirli bir işe ayrılmıştır. Kanalların etkisi, uygulama alanlarına göre değişir, frekans yükseldikçe menzil azalır. Bunun nedeni, dalgalar kısaldıkça (frekans arttıkça), sinyalin soğurulma oranının artmasıdır.

Geniş alanların söz konusu olduğu durumlarda, düşük frekanslar daha iyi sonuç verir. Açık alanlarda 70-80 MHz bandında frekanslar kullanılır: kentlerdeyse, mesafeler kısa, binalar da yoğun olduğu için, 450 - 470 MHz frekansları yeğlenir.

Telsiz telefon, temelde bir verici ile bir alıcıdan oluşur (Bk. RADYO). Verici, konuşmaya göre ayarlı radyo frekansını üretir. Bu da, radyo dalgaları (elektromagnetik ışınım) halinde, antenden iletilir. Alıcıda, istenmeyen frekanslar atılarak, istenen iletişim ya da sinyal tutulur. Sinyal sonra demodüle edilerek, ses sinyali halinde hoparlörle duyulabilir hale getirilir.

Telsiz telefon sistemi: Sistem, dikkatle planlanmalı ve gerekli menzil, alanın topoğrafyası, vb. etmenler göz önünde bulundurulmalıdır. En önemli özellik, antenin kurulacağı yerdir. Genellikle yüksek bir yer, bir tepe, bir yapının üstü olur. İstenen menzili elde etmek için, çok yüksek direkler de dikilebilir. Telsiz telefon menzilleri, 1-2 km'lik polis cep telsizinden, 50-60 km'lik ulaştırmacı telsizlerine kadar değişir.

Günümüzde dünyanın pek çok yerinden (sözgelimi bir otomobilden) bir telsiz telefon çevrilerek, telefon sistemine girilebilmekte ve dünyanın herhangi bir yerindeki bir telefon abonesiyle görüşülebilmektedir. Cankurtaranlar, telsiz telefonla kalp durumu, kan basıncı, kan grubu ve benzeri bilgileri iletebilecek aygıtlarla donatılmaktadır. Böylece hastanelerdeki doktor ve cerrahlar, hasta gelmeden, durumu konusunda bilgi edinebilmektedirler.

TEL VE KABLO ÜRETİMİ

Tel, önemli bir endüstri ürünüdür. Seri üretimine XIX. yüzyılın ortalarında, buhar makinasının bulunmasından sonra başlanmıştır.

Eskiden tel, ince metal şeritler kesilerek elde edilirdi. METAL ÇEKME tekniği bilinmekteydi: ama işlem, kalıptan çekimi yapanın kuvvetine bağlı olduğu için, bu yöntemle yalnızca küçük çapta ve kısa boyda teller üretilebiliyordu.

Tel çekme: Günümüzde tel çekme, otomatik makinalarla «çubuk» denilen haddelenmiş metallerden yapılmaktadır (Bk. LEVHA ÇEKME, METAL). Çubuklar yüksek derecelerde (1 090 C) haddelendiğinden, çekme kalıplarından geçmelerinden önce, üstlerinde oluşan pürüzlerin temizlenmesi gerekir. Temizleme işlemi genellikle asit banyosunda gerçekleştirilir. Yay üretiminde kullanılacak tellereyse, kum banyosu uygulanır. Sonra çubuklar yıkanır, kullanılan çeliğe ve kullanım alanına göre hazırlanan bir çözeltiyle kaplanır. Bazı çözeltiler, çubukların bir fırında tavlanmasını gerektirir. Kaplama, çekme işlemi sırasında yağlayıcıyı taşıma görevini üstlenir.

Uzun teller, çubukların uç uca kaynatılmasıyla üretilir. Çubuğun ucu sivridir. Bu sivri uç kalıptan geçirilip, *çekme bloku*na tutturulur. Kalıplar genellikle tungsten karbürdür. Bazen, küçük çaplı tel çekiminde elmas kalıplar da kullanılır. Kalıptaki telin çekildiği delik, dört bölümden oluşur: Çubukla birlikte bir miktar da yağ çekilebilmesi için yapılan koni biçimli kesim; çapı küçülten ikinci bir koni biçimli bölme; telin kalınlığını ve yuvarlaklığını belirleyen kısa silindir biçimli bölüm (bu bölüme «yatak» denir); çıkış (ya da ters koni). Kalıbın biçimi, birkaç etmene göre belirlenir. Bunlar, çekilen metalin tipi, yapılan küçültme miktarı ve kullanılan yağlayıcı gibi özelliklerdir. Çıkış konisi, kalıba kuvvet verecek ve aşınmayı azaltacak biçimde yapılır. Kalıp, aşınmaya başlayınca genişletilir ve çekim işleminin daha önceki bir aşamasında ya da daha geniş çapta tel çekiminde kullanılır.

Karbür ucun çevresine, *sıkı geçme*yle bir çelik kaplama geçirilerek, kalıba sağlamlık kazandırılır. Bu tür bir kaplama yapılırken, başka parçalar bütünüyle sökülür ya da dikkatle yalıtılır. Kaplama, akkor hale gelinceye kadar ısıtılır ve sıcakken uca geçirilir. Parçalar, oda sıcaklığına kadar soğuduklarında, sıkıca kaynaşmış olurlar.

Tel, yağlanmadan çekilmez. Yağsız çekme, kalıbın aşınmasına, telin kırılmasına ve kopmasına yolaçabilir. Yapılan çekme işleminin türüne göre, ıslak ya da kuru yağlayıcılar kullanılır. Islak yağlayıcılar, çözünür yağlar ya da sabun çözeltileridir: kuru yağlayıcılarsa, yağlar ve sabun tozlarıdır. Kalıp su soğutmalıdır. Çekme bloku bir elektrik motoruyla çalışır ve dönerek, teli kalıptan çeker. Tel incelirken boyu da uzar.

Yağlama ve soğutma işlemlerine karşın, tel, çekme sırasında kırılganlaşabilir. Çekilebilme ve çekme mukavemeti özelliklerine göre, telin, kalıptan birçok kez çekilmesi gerekebilir. Tel, her çekişte biraz daha

sertleşmemesi için, yumuşama sınırına yakın bir sıcaklığa kadar ısıtılır. Bu işlem birkaç kez yinelenebilir. Çekilen tel, kullanılacağı alana göre, çeşitli ısıl işlemlerden de geçirilebilir.

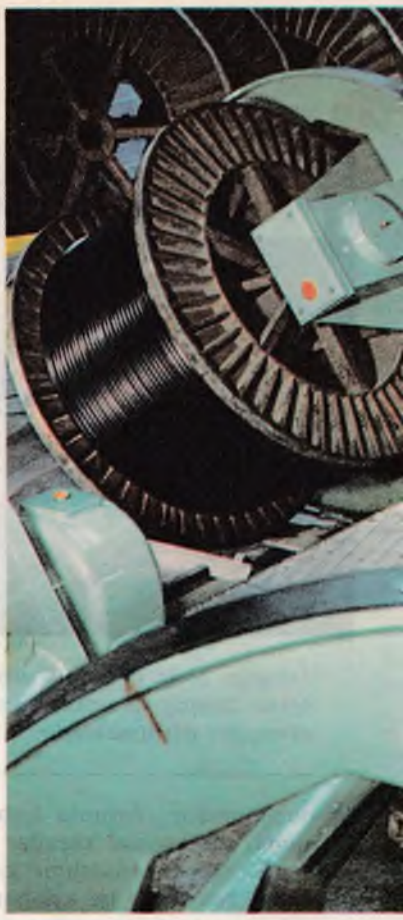
Çağdaş tel çekme makinaları, teli birçok çekimden aynı anda geçirebilecek çekme blokları içerirler. Telin uzunluğu gittikçe arttığından, seri üretimde her blokun hızı, bir öncekinden fazla olmalıdır.

Tel ürünleri: Telden çeşitli ürünler elde edilir. Sözgelimi, iğne üretiminde sert tel, makinada çekilir, makaralar arasından geçirilerek düzeltilir ve bir çift çene tarafından tutulur. Baş, bir «baş kalıbı»nda oluşturulduktan sonra kesilip, uygun kesicilerde ucu sivriltilir.

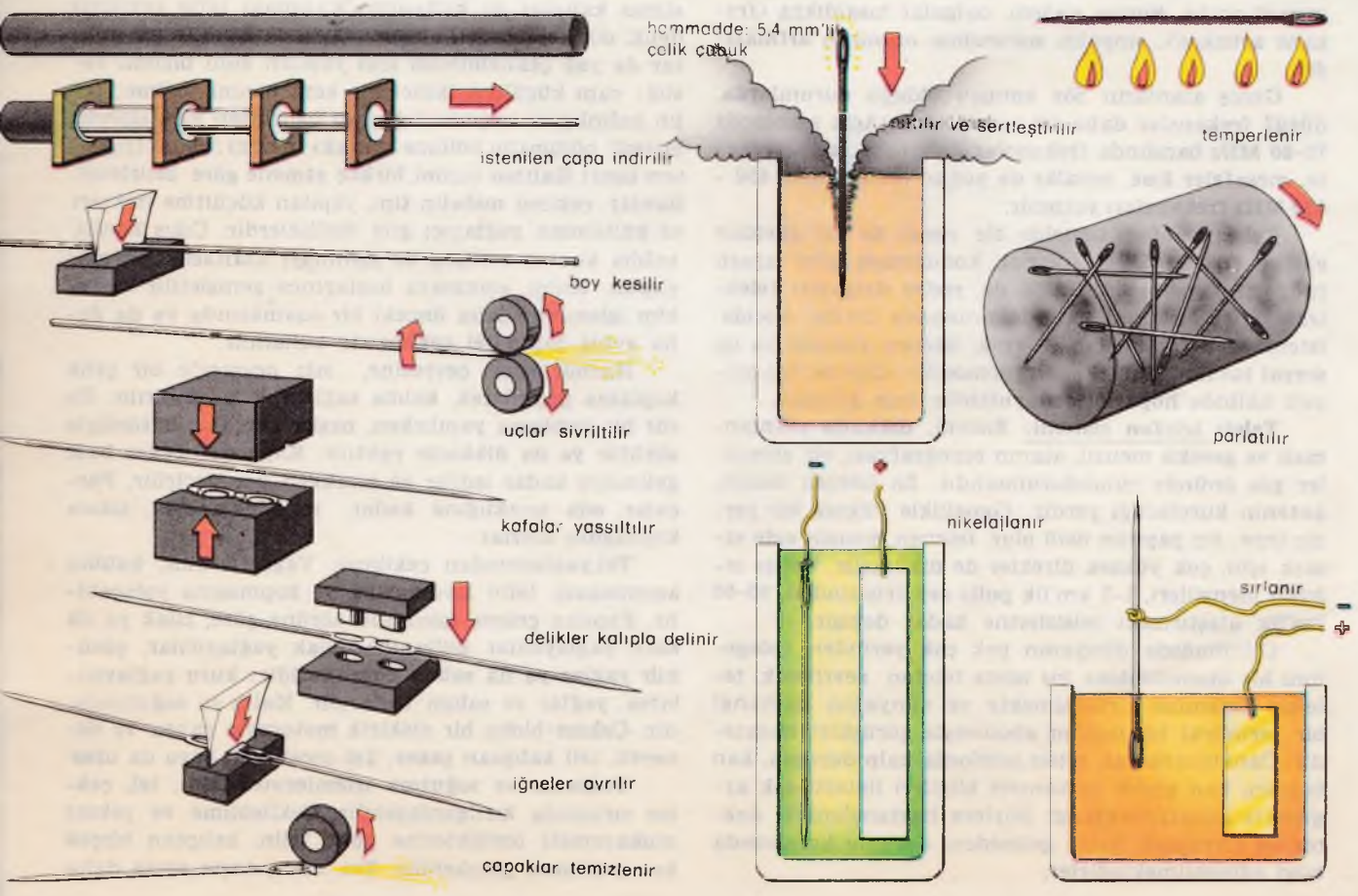
İğne ve çivi üretimi, XIX. yüzyıldan bu yana önemli bir değişiklik geçirmemiş, ama üretim kapasitesi çok büyümüştür. Günümüzde üreticiler, fiyatları düşük tutmak için çeşitli hızlı üretim teknikleri uygularlar. Bazı makinalar, paketlemeyi de yapar.

Tel halat: Tel halat (kablo) yapımı, HALAT YAPIMI'na benzer. Belli sayıda tel bükülerek, bir tel halatçık oluşturulur. Birkaç halatçığın bir arada bükülmesiyle de halat yapılır. Tel halat, çok sağlamdır; büyük uçakların denetim yüzeylerini hidrolik işleticilere bağlamada, KREN'lerde, KABLOLU ULAŞIM ARAÇLARI'nda, kuyu kazmada, ekskavatörlerde, vb. kullanılır.

İsveç'te bir fabrikada kablo bükme makinası. (sağda) Resmin önünde görülen dev makaralara sarılı teller, yalıtılmış elektrik kablolarıdır. Makaralar döndükçe teller çekilip, kabloyu oluşturacak biçimde bükülürler.



İğne, en yaygın tel ürünlerinden biridir. (altta) Çizimde, çelik çubuktan sivriltme, kaplama, delme ve parlatmadan oluşan yapım yöntemi görülmektedir.



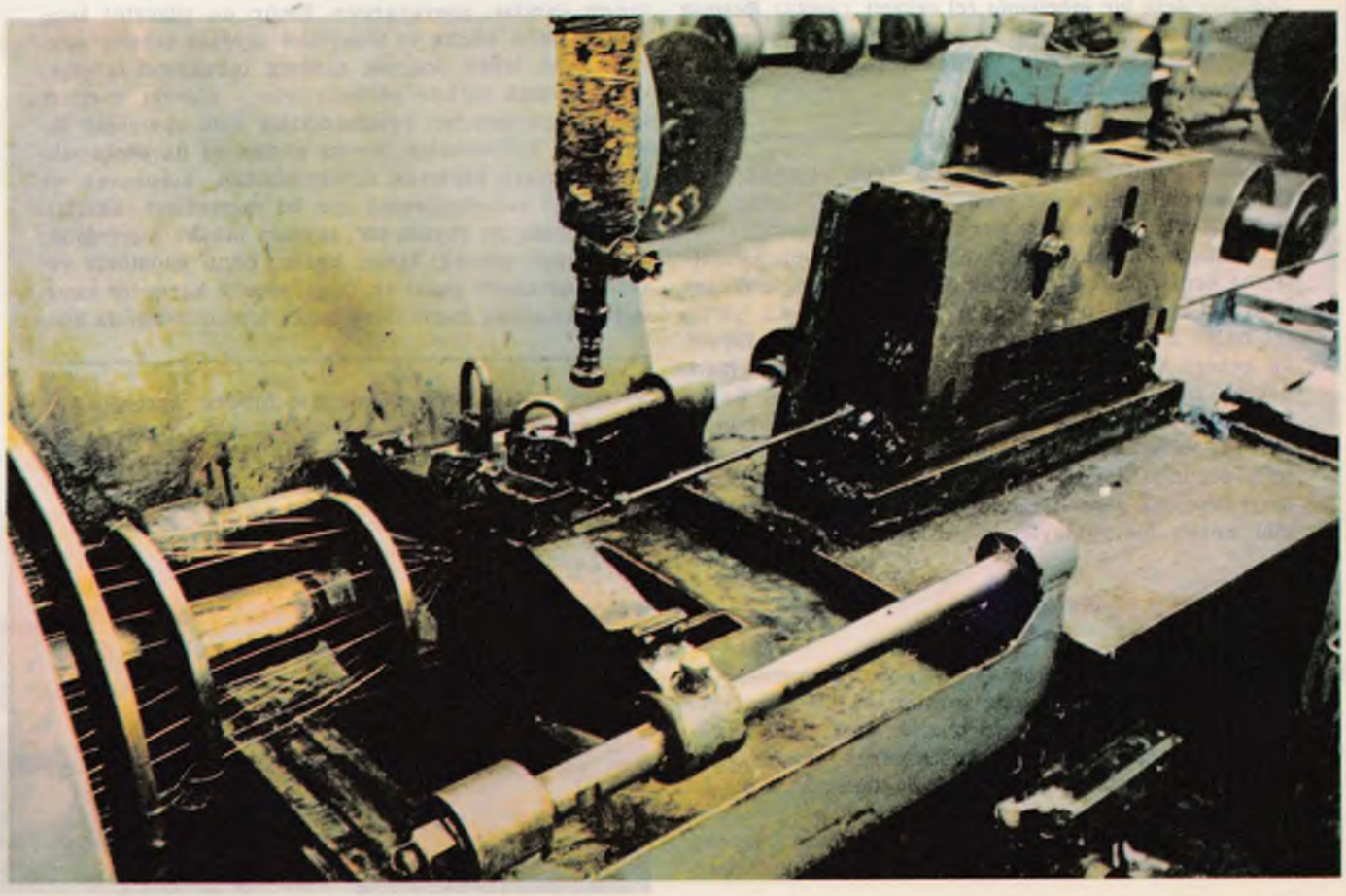
Tel halat yapımında kullanılacak tele, çeliğin sıcaklığı kritik sıcaklığın üstüne çıkarılıp apansız soğutularak, ısıl işlem uygulanır. Böylece, metalürjide «*sorbit*» adı verilen ince pütürlü iç yapı elde edilir. Gerekirse tel galvanizlenir.

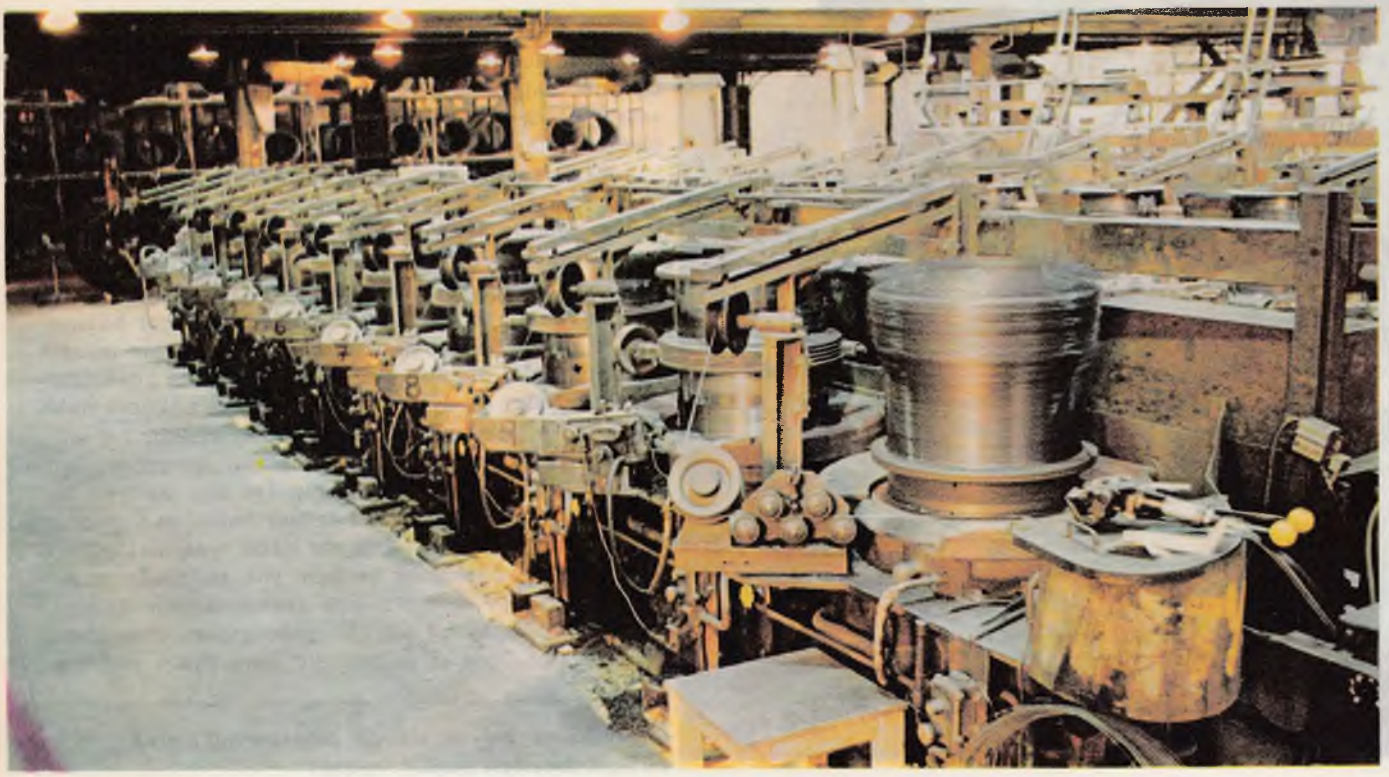
Halat makinaları küçük olabildiği gibi, bir lokomotif büyüklüğündeki tezgâhlardan da oluşabilir. Teller makinanın iki yanından, makaralar ya da bobinler halinde verilir. Makina dönerek, teli bobinlerden çeker ve ön uçta birbirine sarıp halatı ortaya çıkarır.

Tel halat iki biçimde bükülür: *Normal büküm; Albert* ya da *Lang bükümü*. Normal bükümde tellerin bükümü, halat bükümünün tersinedir. Lang bükümünde, iki büküm de aynı yöndedir. (Lang bükümü daha esnektir ve palangalar için daha elverişlidir.)

Tel halatlar dört grupta toplanır ve yapımlarını açıklayan iki sayıyla tanımlanır. İlk sayı bir halattaki halatçık sayısını, ikincisi de her halatçığı oluşturan tel sayısını gösterir. 6×7'lik bir halat, «normal büküm halatı» diye adlandırılır ve ağır yük taşımada, vagon çekmede kullanılır. 6×19, yük asansörlerinde kullanılır. 6×37 esnektir ve küçük palangalara elverişlidir. 8×19 ise, 6×37'yle eş değerdedir, ama yapısı nedeniy-

Çelik halat, bir makinada tellerin bükülerek birleştirilmesiyle yapılır. (altta)





İngiltere'deki bir fabrikada tel çekimi. (üstte) Resmin sağında görülen makara, sargıların görülemeyeceği kadar hızlı dönmektedir. Kullanılan çekme kalıpları tungsten karbürdür.

le çabuk bozulabilir. Tel halatlar, telin yapıldığı metalin karbon miktarına göre de sınıflandırılırlar. Bu, % 0,05 - 0,9 arasında değişen bir orandır.

Yüksek karbonlu çelik tel halatın taşıma kapasitesine örnek olarak, 6×37'lik halatın kopma mukavemeti, iki sınır değer ve çapla belirtilebilir: 6,3 cm'lik tel halat 2 500 kg yük kaldırır; 7,62'lik halat 320 000 kg çeker. Ancak, bir halatın çalışma mukavemeti, kopma mukavemetinin 1/5'iyle sınırlandırılır. Başka bir deyişle, beş katlık bir güvenlik etmeni bırakılır.

Tel halat, üretim sırasında yağlanır, ama bu yeterli değildir. Ayrıca, kullanım sırasında da paslanmayı önlemek gerekir: Halat sık sık silinip, petrol jeli gibi asitsiz bir yağlayıcıyla yeniden yağlanır.

TEMAS MERCEĞİ

Temas merceği («kontak lens» ya da «mercek» de denir), gözün biraz önünde yeralan ve bir çevçeveye takılmış mercekli gözüklerin tersine, göze yapışan görüntü düzeltme aracıdır. Gerçekte temas mercekleri de gözle doğrudan temas halinde değildir; ince bir sıvı tabaka üstünde dururlar.

İki tür temas merceği vardır: Saydam tabaka mercekleri: gözakına yaslanan camlar. Gözakına yaslanan camlar, gözyuvarının bütün ön yüzeyini kaplarlar. Daha küçük ve ince olan saydam tabaka mercekleriyse, irisin önünde, saydam tabakanın ortasındaki tümsek üstüne yerleştirilirler. Gözakı camları, kolayca yerlerinden fırlamadıkları için, sporcular tarafından kullanılırlar. Ayrıca gözleri ya da gözkapakları hastalıklı kişilerde, enfeksiyondan korunmak ve iyileşmeyi kolaylaştırmak için bu mercekleri takarlar. Günümüzde en yaygın tür, saydam tabaka merceğidir.

Temas merceği takan kişiler, bunu genellikle estetik nedenlerle yaparlar. Oysa, estetik kaygı bir yana, saydam tabaka mercekleri, başka bakımlardan da göz-

Resmin (altta) solunda saydam tabaka merceği, sağında da gözakı camı görülmektedir. Gözakı camı daha önce bulunmuştur; ama günümüzde saydam tabaka merceği daha yaygındır.

luklerden üstündür. Sözgelimi, gözle birlikte hareket edebildikleri için görüş alanını sınırlamazlar: bazı görme bozuklukları merceklerle daha kolay düzeltilir: katarakt ameliyatı geçirmiş kişilerde gözlük rahatsızlık yaratır, ama mercekler daha normal görüş sağlar. Anizometropluk (iki gözün ışığı farklı kırması) da temas mercekleriyle düzeltilir. Anizometrop kişilerin bir içbükey, bir dışbükey mercek takması gerekir. Böyle bir hasta, gözlük takarsa, cisimleri çift görmemek için, başını baktığı yöne çevirmek zorundadır. Oysa temas mercekleri, gözle birlikte hareket ettiklerinden, *sapmaya* yolaçmazlar. *Keratokonus*, saydam tabakanın koni biçimi almasına neden olan bir hastalıktır. Temas mercekleri, bu hastaların normal yaşamlarını sürdürecek kadar görebilmelerini sağlar.

Temas merceklerine alışma: Saydam tabaka oksijen gerektirir ve bunu, gözyaşında çözülmüş havadan alır (göz kırpmamızın nedeni budur). Temas merceği takan kişilerin saydam tabakaları, mercek engel olduğu için, gözyaşından yeterli miktarda hava alamaz. Mercek takan kişilerin bu duruma alışması gerekir. Bu yüzden, ilk günlerde mercek, günde yalnızca birkaç saat takılarak, göze alışkanlık kazandırılmaya çalışılır. Genellikle yaşlı kişiler daha çabuk alışkanlık kazanırlar. Şeker hastalarının, tiroyit bezi aşırı çalışan kişilerin ve ağızdan doğum kontrol hapı alan kişilerinse, temas merceklerine alışmakta güçlük çektikleri öne sürülmektedir.

1970 yıllarından bu yana *hidrofil* ya da *yumuşak* mercekler de yaygınlaşmaya başlamıştır. Bunlar, ilk kez Prag'da, bir Çekoslovak bilim adamının «polihidroksietilmetakrilat» adlı bir plastik madde bulmasından sonra yapılmıştır. Söz konusu maddeden yapılan mercekler, tuzlu bir çözeltiye yerleştirilince, çözeltiden su emip, yumuşarlar. Yapım sırasında genleşme için pay bırakılır. Kullanılan plastik türüne göre, ıslanma sırasında mercek yaklaşık iki kat ağırlaşabilir. Mercek ne kadar çok su çekerse o kadar yumuşak ve takılması kolay olur. Kullanan kişiye göre, yumuşak merceklerde alışma devresi, ya azalmakta ya da bütünüyle ortadan kalkmaktadır. Yumuşak merceklerin başlıca sakıncalarıysa, sert mercekler kadar dayanıklı olmamaları (kolayca kırılabilirler) ve takmadan önce mikroptan arındırılmalarının gerekmesidir. Mikroptan arındırmada iki yöntem kullanılır: Dikkatle kaynatma; takılmadığı zaman mikrop öldüren özel bir çözelti içinde saklama. Yumuşak mercekleri daha kullanışlı hale getirmek için araştırmalar sürmektedir.

Üretim: Temas mercekleri, ya *bitmiş* durumda ya da yerleştirmeyi doktor yapmak isterse *yarı bitmiş* durumda teslim edilir. Yarı bitmiş merceğin yalnızca kırıcı eğrilikleri vardır: yani ön eğriliği ve arka eğriliği verilmiştir. Bu mercekler, ya kalıpla ya da kesilerek üretilirler.

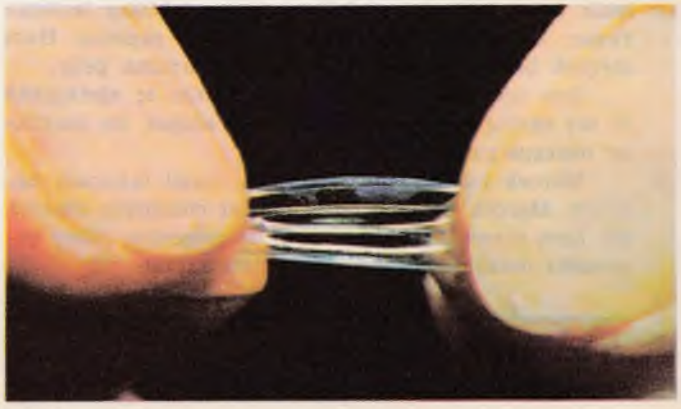
Kalıplama yöntemleri dörde ayrılır. *Enjeksiyonla kalıplama*, erimiş plastiğin kalıba, basınç altında enjekte edilmesiyle yapılır. *Döküm* mercekler, erimiş plastiğin doğrudan kalıba dökülmesiyle üretilir. *Sıkıştırmayla kalıplama*da toz plastik, basınç ve ısı altında kalıplar arasında sıkıştırılır. *Tabakalama*daysa, bir plastik levha, basınç ve ısı altında, kalıplar arasında sıkıştırılır. Bütün kalıplama işlemlerinde ısı uygulandığından, merceğin soğuyunca küçüleceği göz önüne alınmalıdır.

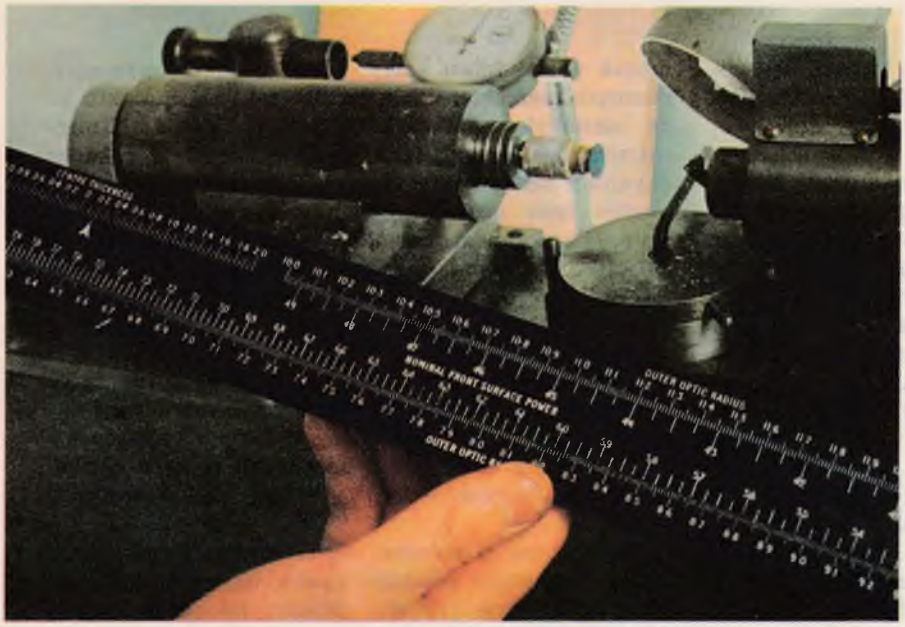
Bazı yapımcılar kalıp mercekleri, otomatik makinalarla seri halde üretmektedirler, ama yarı bitmiş mercekler genellikle kesilerek üretilir.

Yarı bitmiş mercekte ham mercek, bir plastik çubuktan kesilerek ya da bir plastik tabakadan zımbalanarak çıkarılır. Plastik çubuğun kırma ölçeği bir uçtan ötekine değişebileceği için, genellikle plastik tabaka yeğlenir. Ham mercek, çelik bir düğmeye, bir damla erimiş mumla tutturulur. Düğme tornaya takılır ve döndürülür. Hızla dönen ham mercekten, elmas kesiciyle birkaç içbükey kesim yapılır. Her kesişte bıçak biraz daha az talaş keser. Son kesim çok duyarlıdır. Tornada, ne derinlikte kesim yapıldığını gösteren

Bu resimdeki (altta) hastanın gözünde keratokonus adlı hastalık vardır; yani, gözün saydam tabakası koni biçimi almıştır. Resimde, saydam tabaka üstünde ışık kaynağının yansımasındaki bozukluk açıkça görülmektedir. Bu hastaya saydam tabaka merceği takılabilir

Resimde (altta) yumuşak (hidrofil) merceklerin esnekliği görülmektedir. Ama bu tür deneyler, merceğin bozulmasına yolaçabileceğinden, pek uygulanmaz.





Bu iki resimde (üstte), temas merceği üretiminin bazı aşamaları görülmektedir. Üstte soldaki resimde, tornanın küçüklüğü, cetvelle belirtilmektedir. Gezer puntanın ucuna mavi mumla bir ham mercek tutturulmuştur. Duyarlı bir çalışma için göstergeler gerekir. Bıçak genellikle elmastan yapılır. Kırılma eğrilikleri kesildikten sonra, mercek yarı bitmiş hale gelir. Üstte sağdaki resimde de mercek kenarlarının düzeltilmesi görülmektedir.

duyarlı göstergeler vardır.

Sonra, mumdan bir lepleyiciye iç eğriliğe uyacak biçim verilir. Üstünde ham mercek olan düğme, lepleme makinasının üst yarısına yerleştirilir. Ham mercek bir yöne, lepleyici öteki yöne döner. Ayrıca, makinanın üstü, ham merceği, lepleyici çevresinde sekiz hareketi yapacak biçimde döndürür. Lepleyici 2-4 dakikada ham mercek yüzeyini parlatır.

Ham mercek düğmeden çıkarılır, yüzeyinin niteliği ve eğriliği denetlenir. Parlatılmış yüzeyi, iç eğriliğe uyacak biçimde, taşlanmış çelik milin ucuna takılır. Mil bir tornaya bağlanır ve birkaç dışbükey kesim yapılır. Dışbükey kesimde, merceğin kalınlığını ve dış eğriliğini belirten göstergeler kullanılır.

Merceğin önü öteki bölümlere benzer biçimde leplenir; ama lepleyici, dışbükey yerine içbükey lepleme yapar. Lepleme tezgâhı sekiz hareketi yapmaz. Ham mercek böylece, yarı yarıya bitmiş duruma gelir.

Son işlemler, merceğin çevresinin, iç eğriliğinin ve dış eğriliğinin ayarlanmasından oluşur. Bu özellikler hastaya göre değişir.

Mercek hazırlanınca, hastaya, nasıl takacağı öğretilir. Mercek, mikrop öldürücü bir çözeltiyle ıslatılır. Bu, hem merceği temizler, hem de merceğin yüzey gerilimini bozarak, gözyaşı dolaşımını sağlar.

TEODOLİT Bk. KADASTRO

TERAZİ

En eski ölçü aletlerinden biri olan terazinin, İ.Ö. 5 000 yılları dolaylarında eski Mısırlılar ya da Babilliler tarafından bulunduğu sanılmaktadır. İlk teraziler, ortasından yataklı bir cubuk ile bir uçtaki kefede standart ağırlıklar, öteki uçtakinde de tartılacak mal olan kefelerden oluşuyordu.

Romalılar, çubuğun yataklandığı noktaya üçgen bir «bıçak sırtı» yatak koyarak, terazilerde önemli bir gelişme sağladılar. Bıçak sırtı yatak, teraziyi, özellikle küçük ağırlıkları tartarken daha duyarlı hale getirdi. O günden bu yana terazi çeşitli bakımlardan geliştirildi; ama temelde, ağırlığı bilinmeyen bir cismi, ağırlığı bilinen bir cisimle karşılaştırmaya yarayan bir aygıt olarak kaldı.

İki kefeli terazi: İki kefeli terazi, dünyanın en yaygın ve en yalın TARTILAR'ından biridir. Günlük kullanımlarda aşırı duyarlılık, büyük önem taşımaz. Terazilerde daha çok sağlamlık ve yalınlık aranır. Buna karşılık, çok küçük ya da çok dikkatli tartılması gereken ağırlıkların söz konusu olduğu durumlarda, aygıta, hataları en aza indiren bir biçim verilir. Sözgelimi laboratuvarlarda kullanılan bu tür bir terazi, ayarlanabilen ayaklara ve su düzeciyle düzeltilebilen bir tabana oturtulur. Çubuk, sağlam ama hafif bir alaşımdan yapılır ve yatak, akikten yapılmış bir bıçak sırtıyla, ucu gene akikten olan karşı yatak üstüne yerleştirilir. Terazinin kefeleri, çubuğun iki ucunda akik bıçak sırtı üstüne asılı üzengilere takılmıştır. Bıçak sırtları için bazen akik yerine sentetik safir (korindon) kullanılır. Çubuğun ortasından çıkan uzun bir uç, aşağı kadar iner ve bir ölçeğin üstüne uzanarak, kefelerin aynı düzeyde olup olmadıklarını gösterir. Teraziyi daha duyarlı yapmak için, çubuğun üstüne hareketli bir catal takılmıştır. Çatalın konumuna göre 0,001 gr-0,01 gr arasındaki değerler okunabilir.

Terazinin hareketli bölümlerinin toz, pas ve çarpmalardan korunması için aygıt önü açılabilen bir cam koruyucu içine yerleştirilmiştir. Bu koruyucu, tar-

tının hava akımlarından ve titreşimlerden etkilenmesini de önler. Terazi kullanılmadığı zaman, bir mekanizmayla çubuk kaldırılarak, bıçak sırtlarına zarar gelmesi önlenir.

Tek kefeli terazi: Bu türde, çubuğun iki ucunda veralan iki kefe yerine, bir uçta hareketsiz bir karşı ağırlık, ötekinde de bir kefe ve ağırlıklar vardır. İki uçtaki ağırlıklar birbirlerini tam olarak dengelerler. Kefeye bir cisim konulduğunda, denge yeniden yerine gelene kadar ağırlıklar kaldırılır. Tartılan cismin ağırlığı, kaldırılan ağırlıkların toplamına eşittir. Çubuk üstündeki toplam yük değişmez olduğu için, duyarlılık da değişmez. Ağırlıklar sökülüp takılabilirler. Koldaki uç, genellikle karşı ağırlığa yakın takılır ve hareketi, bir ölcekten okunur. Tek kefeli terazi, endüstride, tıpta ve araştırma laboratuvarlarında kullanılır. Değişmez duyarlılığı ve kullanışlılığı nedeniyle, günden güne yaygınlaşmaktadır.

Sapmalı terazi: Tek ve iki kefeli terazide uç, denge konumu çevresinde salınım yapıyorsa, tartılan cisim, karşı ağırlıkla tam olarak dengelenmiştir. Ama, bazı terazilerde ucun ya da çubuğun tam ortada dengelenmesi gerekmez. Ölçek üstündeki sapma miktarıyla da ağırlık belirlenebilir. Böylece, tartma işleminin daha çabuk tamamlanması sağlanır.

Hem tek, hem de çift kefeli terazilerin çoğunda kullanılan bu sisteme, bazen "sapmalı terazi" denir. Bunlarda, kısa sürede doğru sonuç alabilmek için, çubuk hareketinin sönümlenmesi gerekir. Havalı sönümleme en çok kullanılan sistemdir. Çubuğun bir ucuna hafif alaşımdan bir piston takılır. Bu piston biraz daha geniş bir silindirin içinde, ona değmeden gidip gelir. Çubuk hareket ettiğinde, piston, silindirin içine ya da dışına doğru oynar. Piston ile silindir arasındaki küçük açıklıktan giren (ya da çıkan) hava, çubuğun hızlı hareketini önler ve salınımın sönümünü sağlar.

Başka bir çeşit sönümde de FOUCAULT AKIMLARI'ndan yararlanılır. Çubuğun bir ucuna alüminyumdan bir levha takılıdır. Çubuk hareket ettiğinde levha, U biçimli bir mıknatısın uçları arasından geçer. Levhada Foucault akımları ortaya çıkar ve mıknatı-

İ.Ö. 565 yıllarında yapılmış bu tabakta, kral Arkesilaos, eczacılıkta kullanılan bir maddenin tartılmasını izlerken görülmektedir. (sağda üstte) Bu tür iki kefeli teraziler, önce eski Mısırlılar, sonra Akdeniz uygarlıkları tarafından kullanılmıştır.

Paul Burge 1866'da kısa çubuklu bir kimya terazisi yapana kadar, duyarlılığın, yani yükte küçük bir değişiklikle büyük bir yer değiştirmenin uzun bir çubukla sağlanabileceği sanılıyordu. Sartorius (1846-1925), ilk alüminyum (o günlerde zor bulunan bir metaldi) kısa çubuklu teraziyi yaptı. Resimde (sağda altta) görülen terazinin çubuğu 14 cm'dir ve çelik bıçak sırtları vardır. Bu terazinin tartabileceği en büyük yük 200 gr'dır. Küçük pirinç ve çok hafif platin ağırlıklar, bozulmamaları için kefeye, fildişi uçlu cımbızlarla yerleştirilir.

sınkine karşı koyarı bir magnetik alan oluştururlar. Karşıt magnetik güçlerin levhada durdurucu bir etki oluşturmasıyla, çubuğun sallanması yavaşlatılır. Bazı terazilerde, çubuğun iki ucunda da sönümleme öğeleri bulunur.

Mikroterazi: Mikroterazi, bir mikrograma (gramın milyonda biri) kadar ağırlıkları ölçebilen çok duyarlı bir terazi türüdür. En yalın biçimi, kuvars lifli burulmalı terazidir. Yaklaşık 10 cm uzunluğunda ince kuvarstan yapılan çubuk, 50 mgr ağırlıktadır. Çubuğun ortasından bir yatak gibi, yatay kuvars burulma lifi geçer ve iki dikey kuvars lifine asılır. Yükün büyük bir bölümünü taşıyan bu taşıyıcı lifler, burulma lifinin uçları ile çubuğun ortasına yerleştirilmişlerdir; çapları yalnızca 0,004 mm'dir. Burulma lifinin ön ucu bir mile, arka ucu terazinin çerçevesine tutturulmuştur. Kullanımda, tartılacak cisim 1 mgr ağırlık içinde dengelenir. Burulma lifinin ucundaki çubuk, yatay konuma gelene kadar burulur. Mile bağlı göstergeler, tartılan cisim ile ağırlıklar arasındaki küçük farkı gösterir. Terazi, sıcaklık değişikliklerinden ve titreşimlerden korunmak için, bir metal koruyucu içine yerleştirilmiştir.

Elektrikli mikroteraziler, ampermetrede kullanılana benzer hareketli bir bobin mekanizmasıyla ağırlık ölçerler. Bu aygıtın bir türünde çubuk, bir ucundan bir yaya tutturulur. Öteki uçta küçük kefe yeralır. Kefeye bir cisim yerleştirildiğinde, çubuk yatay konumdan aşağı iner. Bobinden elektrik akımı geçirildiğinde, çubuk yeniden yatay konumunu kazanır. Çubuğu kaldırmak için gereken akım, gerekli güç miktarıyla orantılıdır. Akım normal bir ampermetreyle ölçülebilir; ama ağırlığın hemen okunabilmesi için, birimler, akım birimleri değil, ağırlık birimleri halinde verilir.

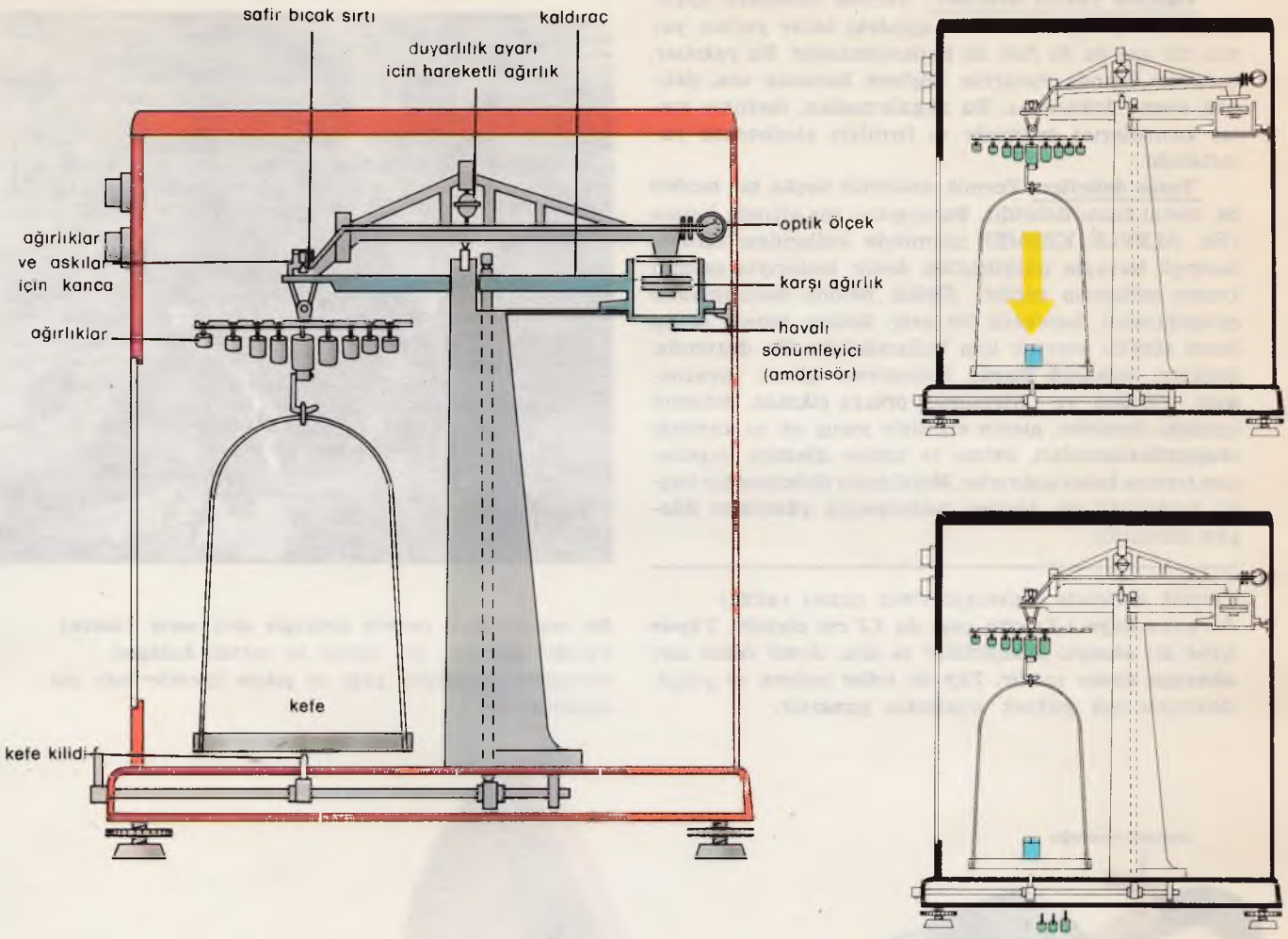
Daha gelişmiş bir türdeyse, merkezden bobine tutturulmuş olan çubukta iki kefe bulunur. Tartıla-

---

İ.Ö. I. yüzyılda değerli metalleri tartmada Yunanlılar ve Romalılar, resimdekine (solda üstte) benzer küçük bronz teraziler kullanırlardı. Terazide, ince kare kesitli çubuğun bronz bir çengelle desteklendiği halkalı bir yatak bulunmaktaydı. Tartılacak altın ya da gümüş sol kefeye konuyor, bronz ağırlık kol boyunca hareket ettiriliyordu.

XVII. yüzyılda, matematikçi, de Roberval, ticari amaçlarla kullanmak için birçok terazi yaptı. (solda ortada) Bunların tümünün özelliği, sağlam ve doğru olmalarıydı. Tartılacak cisim ve ağırlıklar, kapların herhangi bir noktasına, dayanaktan eşit uzaklıkta olmaları göz önüne alınmaksızın yerleştirilebilmekteydi.

1811'den kalma bir Çin gravürü. (solda altta) Gravürdeki tartı, bir tür kantardır. Tartılacak nesneler, kolun bir ucundaki çengele takılı olan sepete yerleştirilir. Ağırlık, kolun üstündeki hareketli karşı ağırlıkla dengelenir.



Laboratuvarlarda kullanılan tek kefeli bir terazi. (üstte) Böyle bir terazinin kapasitesi yaklaşık 160 gr'dır. Kaldırılan kol bir dizi ağırlıkla, kefe de karşı ağırlıkla dengelendiğinden, bu teraziler «değişmez yük tipi» diye nitelenirler.

cak cisim, ağırlıklar konularak yaklaşık olarak dengelenir, sonra bobinden akım geçirilerek tam denge sağlanır. Bir FOTOSEL'le konumu saptanan çubuk, akımın ayarlanmasıyla yatay konuma getirilir. Daha da duyarlı ölçmeler için, çubuk ve kefeleri vakum içine alan mikroteraziler de yapılmıştır.

TERMİK DELİCİ

Termik delicilerin çoğunun çalışma ilkesi, arı oksijen akımı içinde yanan demirin, çok sıcak, erimiş bir oksit ya da cüruf oluşturmasına dayanır. Bu erimiş oksit, beton ve metalleri eriterek delmekte kullanılır. En sık raslanan termik delici türü, 9,5-12,7 mm çapında, uzun bir çelik borudan oluşur. Borunun bir ucundan oksijen verilir, öbür ucu da açıktır. İçinde, delicinin yakıtı sayılan demir teller bulunur. 8-12 bar basınçtaki oksijen, bu yüksek basıncın etkisiyle hortumdan boruya girip, tellerin arasından geçer.

Çalışması: Deliciyi çalıştırmak için, borunun açık ucu ateşleme sıcaklığına kadar ısıtılır. Demir bu sıcaklığa ulaştıktan sonra, oksijen akımının içinde birden yanmaya başlar ve oksijen akımı kesilinceye kadar yanmayı sürdürür. Delicinin açık ucu, delinecek olan cisme bastırılır ve cisim tabaka tabaka eritilip delinir. Delicinin borusu da, içindeki teller gibi zamanla yanıp yok olduğundan yenilenir.

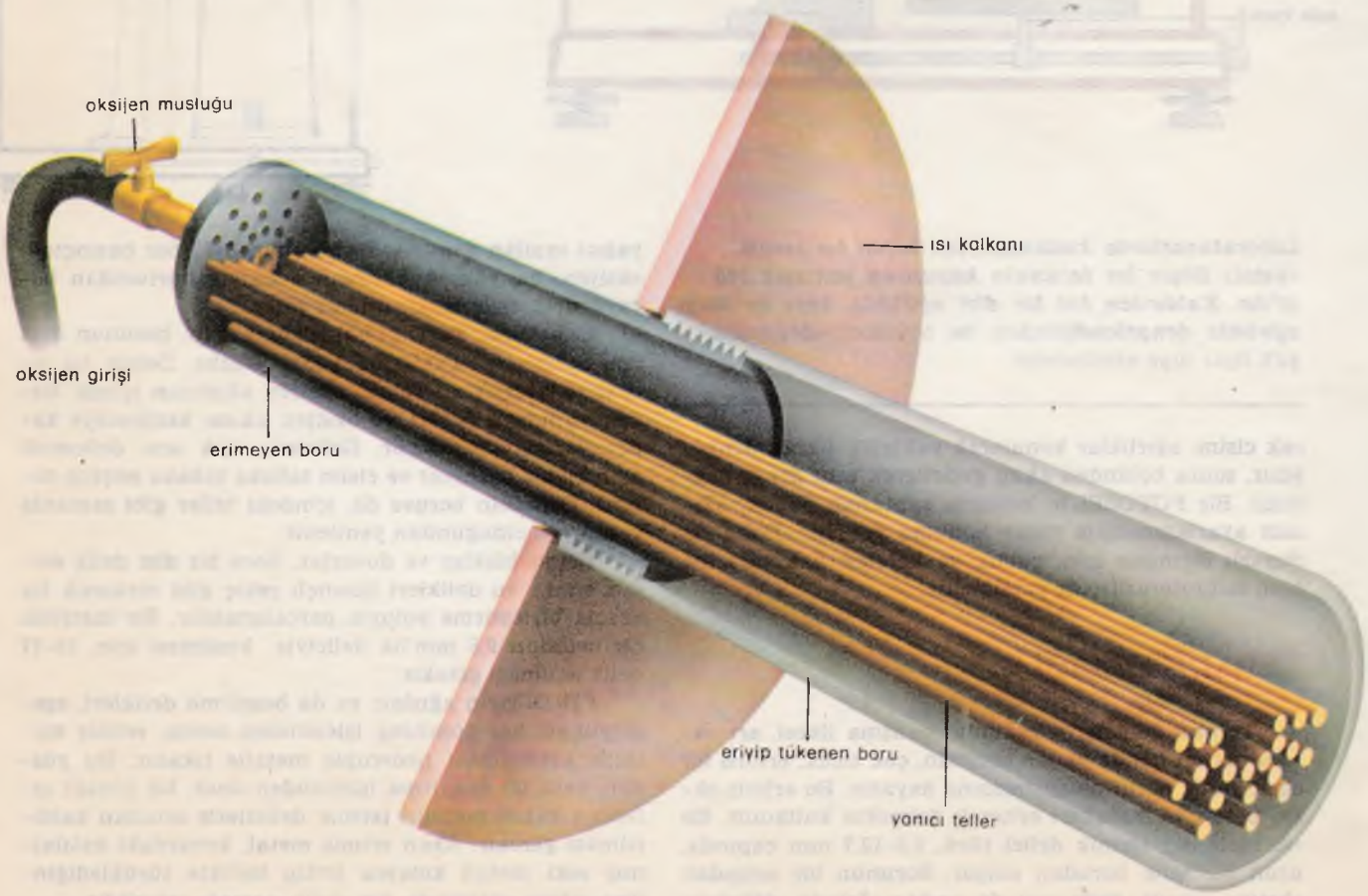
Beton bloklar ve duvarlar, önce bir dizi delik delme, sonra bu delikleri basınçlı çekiç gibi mekanik bir araçla birleştirme yoluyla parçalanabilir. Bir metrelik bir betonun 9,5 mm'lik deliciyle kesilmesi için, 15-17 delik açılması gerekir.

FIRIN'ların ağızları ya da *boşaltma delikleri*, aşağı yukarı her boşaltma işleminden sonra, erimiş metalin katılaşması nedeniyle metalle tıkanır. Bu yüzden, yeni bir boşaltma işleminden önce, bir önceki seferden kalan metalin termik delicilerle ortadan kaldırılması gerekir. Akan erimiş metal, kenardaki katılaşmış eski metali kolayca eritip birlikte sürüklediğinden, ağzın ortasında bir delik açmak yeterlidir.

Oksijen yakıtlı deliciler: Termik delicilere uygulanan bir yenilik, borunun içindeki teller yerine, yanıcı bir gaz ya da fuel oil kullanılmasıdır. Bu yakıtlar, borunun dışında yanarlar. Böylece, borunun ucu, delinen cisme dokunmaz. Bu uygulamadan, özellikle metal kırıntılarını eritmede ve fırınları ateşlemede yararlanılır.

Tozlu deliciler: Termik delicinin başka bir modeli de, metal *tozlu delici*dir. Bu aygıtta, toz altında kesme (Bk. ALEVLE KESME) işleminde kullanılan türden, basınçlı havayla püskürtülen demir tozlarıyla çalışan kesme şalümosu vardır. Delici, betona dokunmadan çalıştığından, hareketli bir araç üstüne monte edilip cismi sürekli kesmek için kullanılabilir. Bu durumda, delikleri mekanik olarak birleştirme işlemi sırasındaki gürültü ve titreşimler ortaya çıkmaz. Betonun içindeki demirler, alevin etkisiyle yanıp ek ısı kaynağı oluşturduklarından, delme ve kesme işlemini engellemez,tersine kolaylaştırırlar.Metal tozlu delicinin bir başka üstünlüğü de, kesilen malzemenin yüzeyinin düzgün olmasıdır.

Bir taş duvarın termik deliciyle delinmesi. (üstte) Termik deliciler taş, beton ve metali kolayca delmeleri nedeniyle, yapı ve yıkım işlemlerinde çok kullanılırlar.



Termik delicinin yalınlaştırılmış çizimi (altta) Borunun boyu 1,8 metre, çapı da 1,3 cm olabilir. Tüpün içine arı oksijen püskürtülür ve ucu, demir teller alev alıncaya kadar ısıtılır. Tüp ile teller betonu ve çeliği delebilen çok yüksek sıcaklıkla yanarlar.

TERMODİNAMİK

Verimli bir buhar makinası geliştirme sorununa çözüm getirmek için yapılan çalışmalar, kimyasal tepkimelerle ve fizikte kullanılan mutlak SICAKLIK ölçeğiyle ilgili yeni bir bilim dalını ortaya çıkarmıştır.

«*Termodinamik*» adı verilen bu bilim dalı, XIX. yüzyıl başlarında ortaya çıktı. Termodinamik temelde, bir gaz, bir elektrik PİL'i ya da bir gergin tel gibi fiziksel bir sistemde bulunan iç enerjinin incelenmesidir. İç enerji, gazda basınç ve hacim, pilde gerilim ve yük, telde de gerilme ve boy gibi, sistemin bazı *koordinat*larına bağlıdır. Bütün bu olaylarda ısı da önemli bir koordinattır. Bu sistemin koordinatları değiştiğinde, çevre ile bir mekanik enerji (iş) ve ısı alış verişi olur. Termodinamikte, bu alış verişler incelenir.

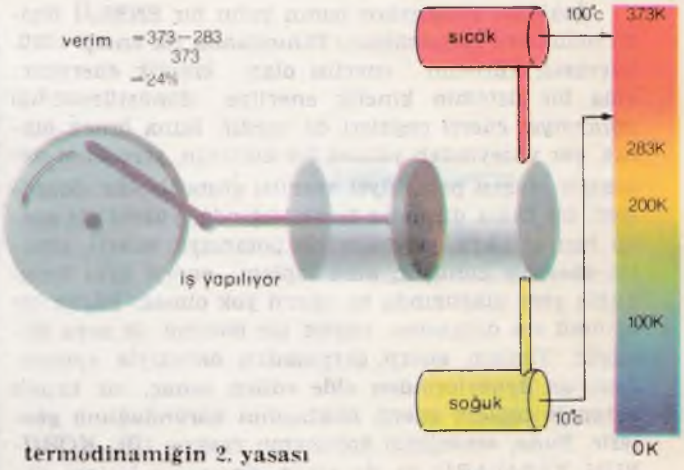
Mühendislikte ana amaç, en verimli yoldan enerji elde etmektir. Bir makinanın kuramsal verimi, termodinamiğin birinci ve ikinci yasalarından hesaplanır. Uygulamada verim, iletim nedeniyle ortaya çıkan ısı yitimi ve sürtünme sonucu, daha düşüktür.

Birinci yasa: Isının yapısı, 1840 yıllarında J.P. JOULE'un araştırmalarına kadar bilinmiyordu. Joule'dan önce ısının, bütün maddelere girebilen hafif bir sıvı *(kalorik)* olduğu sanılıyor, iki cisim birbirine değdiğinde, sıcaklık eşitlenene kadar, sıcak olandan soğuğa doğru bu sıvının aktığı düşünülüyordu. Joule, bir miktar işin oluşturduğu ısı miktarını ölçtü ve bu değerin, dönüşüm biçimine bağlı olmadığını buldu. Isının «*mekanik eşdeğeri*» diye nitelenen bu miktar, 4.18 Jou-

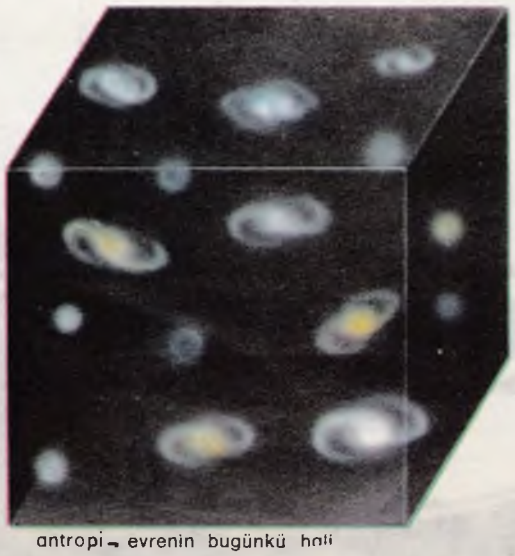
---

Termodinamik yasalarını gösteren çizimler. (altta) İlk yasa, kapalı bir sistemde enerjinin korunumudur. Burada, düşen tuğla örnek verilmektedir. Tuğlanın enerjisi, farklı zamanlarda farklı yönlere dağılmasına karşılık, her zaman aynıdır.
İkinci yasa, bir ısı makinasının veriminin, kuramsal olarak bile, düşük sıcaklıklı depo (cisim) mutlak sıfır derecede (ya da altında) olmadığı sürece, oldukça küçük bir değeri aşamayacağını belirtir.
Evrene ilişkin çizimde, zamanla «ısı ölümü» adı verilen soğumayla, bütün kütlelerin aynı sıcaklıkta olacağı görülmektedir.

termodinamiğin 1. yasası



termodinamiğin 2. yasası



antropi - evrenin bugünkü hali

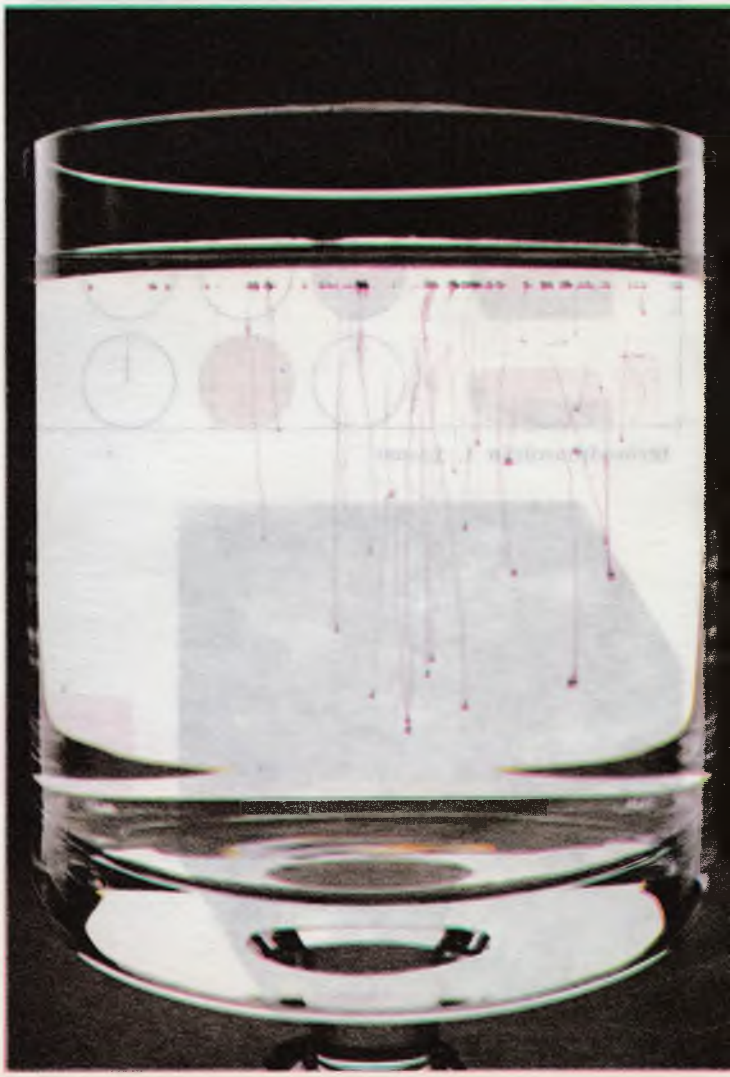
evrenin sonu

Artan antropiye bir örnek. (üstteki dört resim) Bu fotoğraflar 1958'de İngiliz Kolombiyası'nda Seymour boğazında, Ripple Rock'un yok edilmesi sırasında çekilmiştir. Bütün bu olay 12 saniye sürmüş ve sonuçta evrende düzensizlik artışı oluşmuştur. Bu durumun tersine dönüşmesi olanaksızdır.

le'dur (J ile de gösterilebilen bu birim J.P. Joule'un adından gelir) ve bir kaloriye (bir gram suyun sıcaklığını bir santigrat dereceye yükseltmek için gereken ısı miktarı) eşittir. Çağdaş deneylerde, geleneksel ısı birimleri gereksiz olduğundan, ısı miktarları doğrudan Joule'la ölçülür.

Joule'un çalışmaları ısının yalın bir ENERJİ biçimi olduğunu göstermiştir. Tanımlanan ilk enerji türü, hareketli kütlenin enerjisi olan *kinetik enerji*dir; ama bir sistemin kinetik enerjiye dönüştürebildiği *potansiyel enerji* çeşitleri de vardır. Buna örnek olarak, yer yüzeyinden yüksek bir kütlenin, yerçekimi nedeniyle oluşan potansiyel enerjisi gösterilebilir. Sözgelimi, bir tuğla düşmeye bırakıldığında, yüksekliği azalıp hızı arttıkça, yerçekimiyle potansiyel enerji, kinetik enerjiye dönüşür, ama toplam enerji aynı kalır. Tuğla yere ulaştığında bu enerji yok olmaz; küçük bir bölümü ses dalgasına, büyük bir bölümü de ısıya dönüşür. Toplam enerji, çarpmadan öncekiyle aynıdır. Joule'un deneylerinden elde edilen sonuç, bir kapalı sistemde toplam enerji miktarının korunduğunu gösterir. Buna, «enerjinin korunumu yasası» (Bk. KORUNUM YASALARI) ya da «termodinamiğin birinci yasası» adı verilir. Bu yasa, devridaim (kendi enerjisini kendi üreten) makinaları yapımının olanaksızlığını ortaya koymuştur. Bir miktar enerji, sürtünmeyle ısı olarak yataklardan salınacağından, makinanın çalışmasını sürdürmesi için, yeni enerji alması gerekir.

Carnot çevrimi: Enerjinin korunumu yasası ortaya konmadan önce bile, ısıyı daha kullanışlı enerji biçimlerine dönüştüren çeşitli makinalar yapılmıştı. Bunlar, XVIII. yüzyıl başlarında maden ocaklarında su boşaltmada kullanıldı ve buharlı lokomotif gibi çeşitli alanlara uygulandı. Ne var ki, söz konusu makinalar, ısının % 10'undan azını değerlendirebilen çok verimsiz araçlardı. Fransız fizikçi Sadi CARNOT, 1824'te, ISI MAKİNASI'nın verimini inceledi. Bütünüyle sürtünmesiz ve yalıtılmış «ideal» makinayı, belli bir derecede ısı alıp daha düşük derecede veren ve en büyük ısı miktarını yararlı enerjiye dönüştüren bir araç olarak tanımladı. Bu tür bir makinada sürekli devir yapan bir «akışkan» (buhar gibi) bulunmaktaydı. Ayrıca makina tersinirdi. Tersine çalıştırıldığında elde



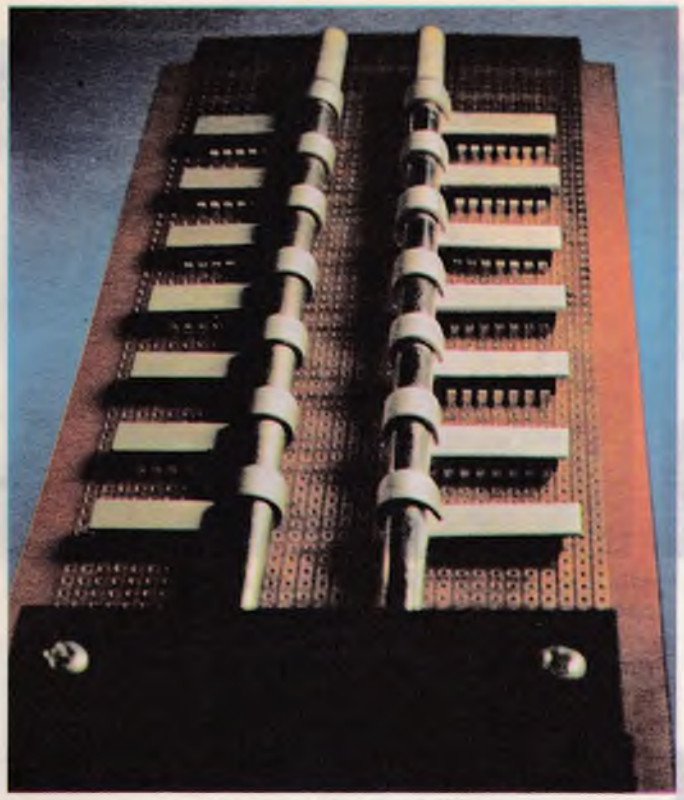
Antropi küçük ölçeklerde de artar. (alttaki iki resim) Çay ya da kahveye şeker attığımızda, madde bütün çözeltiye yayılır. Karıştırma, süreci hızlandırır. Resimlerde, potasyum permanganat billurlarının suda çözünmesi görülmektedir. Bütün moleküllerin yeniden billura dönüşmesi olanaksızdır.

edilen mekanik enerji, ısı akımını, düşük sıcaklıklı depodan yüksek sıcaklıklı depoya taşıyabilirdi.

Carnot makinası, gerçekten yapılabilecek en verimli makinadan daha verimliydi; ama Carnot, bu kuramsal makinanın bile % 100 verimli olmadığını anlamıştı. Verim (işe çevrilebilen ısı oranı), akışkana değil, yalnızca iki ısı deposu arasındaki sıcaklık farkına bağlıdır. Bu yüzden, alt sıcaklık deposu mutlak sıfır derecede (—273,16°C) olmadıkça, verim % 100'ün altında olur. Lord Kelvin 1884'te Carnot makinasının, herhangi bir maddenin ısıl özelliklerinden bağımsız bir mutlak sıcaklık ölçeği oluşturmada kullanılabileceğini düşünmüştür. «*Kelvin ölçeği*» adı verilen bu ölçek, fizikte hâlâ kullanılan ana sıcaklık birimidir. Mutlak sıfırın altındaki sıcaklık derecelerini elde etmek olanaksızdır. Böyle bir durum olanaklı olsaydı, Carnot makinasının verimi % 100'ün üstüne çıkar ve birinci termodinamik yasası çürütülürdü. Son yıllarda yapılan deneyler, çok yaklaşılmasına karşın, mutlak sıfıra da ulaşılamayacağını göstermiştir.

İkinci yasa: Carnot'nun ısı makinaları incelemesinde vardığı en önemli sonuç, ısının, yalnızca aralarında sıcaklık farkı bulunan depolardan birbirine «aktığı» zaman yararlı enerji haline dönüşebildiğidir. Isıyı belirli sıcaklıktaki bir depodan alıp işe dönüştürmek olanaksızdır. Bu, termodinamiğin ikinci yasasında belirtilen özelliklerden biridir (öteki özellik, ısının yalnızca sıcak bir kütleden soğuğa aktığıdır). Bu nedenle, sözgelimi bir gemi, yalnızca denizin ısı enerjisi kullanılarak hareket ettirilemez.

Güneş ve Dünya arasındaki sıcaklık farkları, Dünya'nın enerji kaynaklarını oluşturur (gelgit ve nükleer güçler dışında). Bu, hem rüzgarların kinetik enerjisinde, hem de daha önemlisi, fotosentez sonucu bitkilerde biriken potansiyel enerjide görülür. Dünya, uzayın —270°C'a kadar soğuk olan bölümlerine ısı vermeseydi, Güneş'in ısısı olan 6 000 C'a kadar ısınırdı. Kullanılabilen enerjinin tümü, sürtünme gibi süreçler sonucu ısıya dönüştüğünden ve ısının işe dönüşümü hem verimsiz, hem de bütün ısı kaynaklarını aynı sıcaklığa getirme eğiliminde olduğundan, bazı bilim adamları, bütün gök kütlelerinin, sonunda, «ısı ölümü» dedikleri bir duruma gelip, aynı sıcaklıkta olacakları-

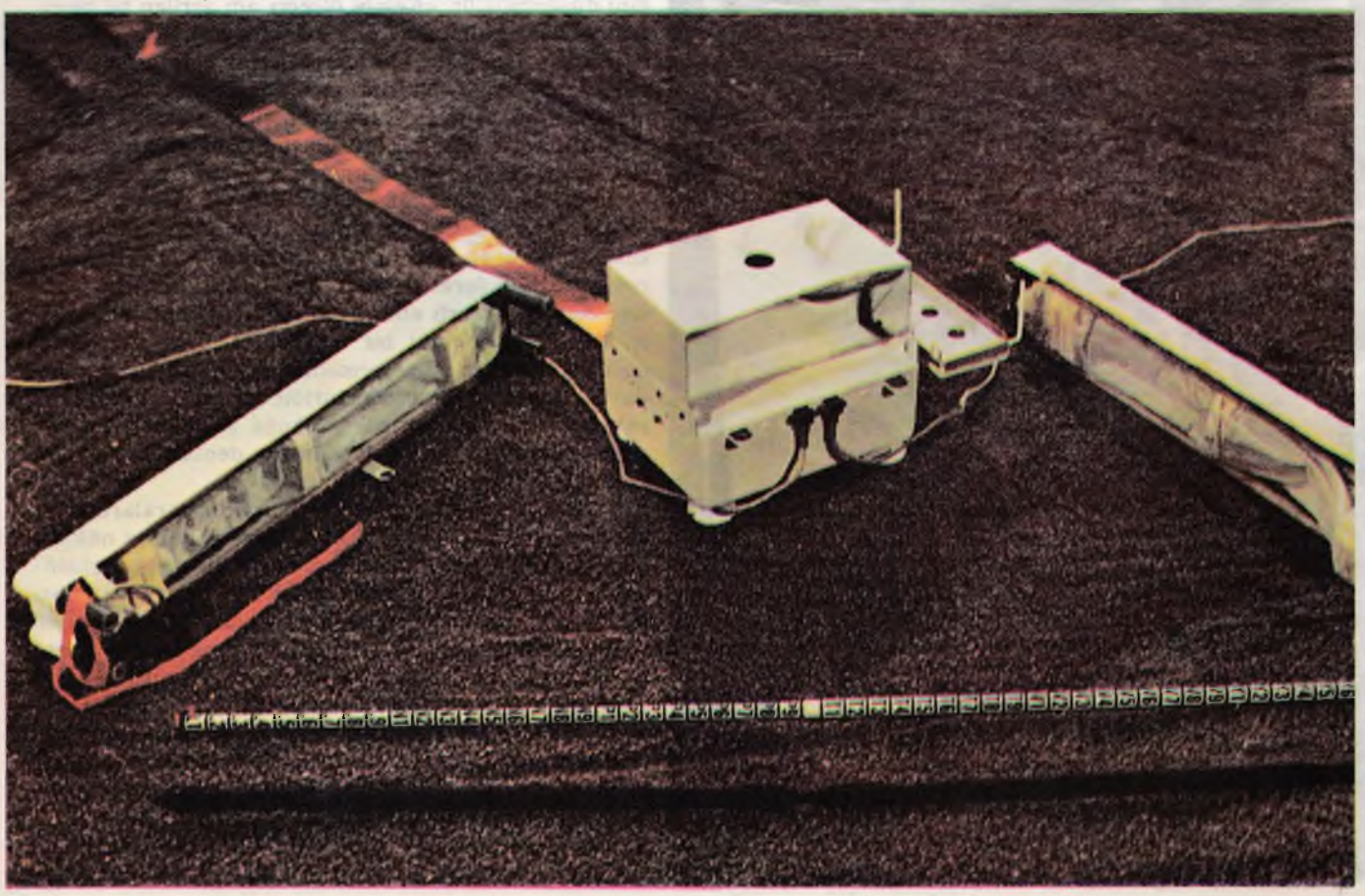


Ay için bir ısı akımı deneyi. (altta) Farklı derinliklere daldırılan aygıtlar, en ufak sıcaklık farkını kaydedebilmektedirler. Termodinamikle, Ay'ın iç sıcaklığı hesaplanabilir.

nı, böylece de ortada yararlı enerji kalmayacağını öne sürmüşlerdir.

İstatistik mekanik: Değişik bir yöntem de, sistemdeki tek tek moleküllerin hareketlerini incelemektir *(mikroskopik yaklaşım)*. Isı enerjisi, bütün moleküllerin kinetik enerjilerinin toplamıdır. Bir gaz ısıtılarak, moleküllerinin hızı artırılabilir. Katıdaysa, moleküllerin konumları değişmez; ama ısıtma işlemi, her molekülün bulunduğu yerdeki titreşimini artırır. Düşen tuğla örneği göz önüne getirildiğinde, moleküllerin toplam kinetik enerjisi, yere çarpmadan hemen önce ve sonra aynıdır. Oysa, düşme sırasında, bütün moleküller aynı yönde hareket etmekte ve böylece tuğla toplu olarak düşmektedir. Çarpmadan sonraysa, hareketler gelişigüzel yönlere doğrudur. Tuğla, hareketsiz, ama daha sıcaktır.

Termodinamiğin ikinci yasasından yararlanılarak, borularla bir dizi entegre devrenin soğutulması. (solda) Sıcaklık, sıcak cisimlerden soğuk cisimlere «akar». Her borunun havası boşaltılmıştır ve içleri belirli miktar suyla doldurulmuştur. Düşük basınç nedeniyle bu su, sürekli kaynama noktasındadır. Böylece, çok küçük bir sıcaklık artışı bile suyu kaynatıp, buharın soğuk bölümlere geçmesine ve yeniden su haline dönüşmesine neden olmaktadır. Bu su, kılcal hareketle yeniden borulara döndürülmektedir.



Moleküllerin küçük bilardo topları gibi ele alınıp çarpışmalarının makroskopik (büyük ölçekli) özelliklerinin (basınç ve ağdalıklı gibi) açıklanması, *kinetik kuramını* oluşturur. Kinetik kuramı, GAZ YASALARI'nı da açıklığa kavuşturur. Ne var ki, termodinamik sonuçları açıklamak için, molekülleri toplam enerjileriyle açıklayan daha ayrıntılı bir kuram gerekir. Bu, *istatistik mekanik*tir. İstatistik mekanik, birçok fiziksel sistemin özelliklerinin, o sistemi oluşturan taneciklere göre belirlenmesini sağlar.

Sistem, herhangi bir tepkimede en elverişli duruma girme eğiliminde olduğundan, istatistik mekanikte sistemin farklı enerji durumları hesaplanır. Sözgelimi, tuğla moleküllerinin farklı yönlerde titreşme olasılığı,aynı yönde titreşme olasılığından yüksektir. Böylece, düşen tuğlada (moleküllerin *düzenli* hareketi), hareketsiz ve ısı kazanmış *(düzensiz* molekül hareketi) bir tuğla olma eğilimi bulunduğu anlaşılır. Öte yandan, bir tuğla ısıtıldığında, bütün moleküllerin aynı anda aynı yönde hareket etme olasılığı son derece azdır. Bu nedenle, ısıtılan bir tuğlanın yerden sıçramayacağı kesinlikle söylenebilir. Bu sonuç, ikinci yasadan da elde edilebilir: Düzenli enerji (iş), ısıya (düzensiz enerji) dönüştürülebilir; ama bunun tersi olmaz. Bu nedenle, istatistik mekanik, termodinamik sonuçların mikroskopik tanımı olarak kabul edilebilir.

Antropi: Bir sistemin *antropisi*, düzensizliğinin bir ölçüsüdür. Kapalı bir sistemi etkileyen herhangi bir değişiklik, antropinin yalnızca *artmasına* yolaçabilir. Bu, ikinci yasanın başka bir özelliğidir ve ilk kez antropi düşüncesini ortaya atan Clausius tarafından 1865'te açıklanmıştır. Söz konusu açıklama, ZAMAN'ın yönünü de tanımladığı için ilginçtir. Zaman geriye işleyebilseydi, fizik yasalarının çoğu tersine de geçerli olabilirdi. Sözgelimi, salınan bir sarkacın filmi tersine seyredildiğinde, aradaki fark anlaşılamaz. Ama bir antropi değişikliği söz konusuysa (sarkacın hava direnciyle ya da sürtünmeyle durması gibi), filmin hangi yönde seyredileceği hemen belli olur.

«Normal» zamanda, olaylar en olası yönde ortaya çıkar (artan antropide) ve bu durum, zamanın ileri dönük yönünü açıklar. Düşen tuğla örneğinde, tuğlanın yerden zıplaması olasılığı çok az olduğundan, böyle bir filmin hangi yönde oynatılacağı kesinlikle bellidir.

Antropi, kimyasal tepkimelerin de yönünü belirler. Tepkime sonucu genellikle ısı açığa çıkar; ama bu her zaman doğru değildir: Sistemin antropisi işlem sırasında artarsa, bazı tepkimeler ısı soğurabilir. Örnek olarak, bazı kimyasal tuzların suda erimesi gösterilebilir. Düzenli billurlar düzensiz bir çözelti haline geldikçe antropi artar ve tepkimenin sürmesi için çevreden ısı soğurulur. Böylece, birkaç derecelik bir sıcaklık düşüşü oluşur.

Bazen yaşamın, antropi artışı yasasına uymadığı öne sürülür. Biyolojik evrimde canlılar, daha karmaşık ve düzenli hale gelmektedir. Ama «biyosfer», enerji kaynağı Güneş'i içermediğinden, kapalı bir sistem değildir. Bütün sistem göz önüne alındığında, Güneş'in antropisindeki artışın, Dünya'nın evrimine bağlı olan azalmadan çok daha büyük olduğu görülmüştür. Bu, yaşamın, evrensel antropi artışını yalnızca yavaşlattığını, ama tersine çevirmediğini göstermektedir.

TERMOELEKTRİK AYGITLAR

Termoelektrik, ısının elektriğe, elektriğin de ısıya dönüşmesini içeren, birbirleriyle ilişkili üç olaya verilen addır. *Seebeck* ve *Peltier olayları*, bazı termometre çeşitlerinin, buz dolaplarının ve küçük elektrik jeneratörlerinin temelini oluşturur. *Thomson olayı*nınsa, çok az uygulaması vardır.

Isı ve elektrik arasındaki ilişkiyle ilgili başka olaylar da vardır. Sözgelimi, bir iletkenden bir elektrik akımı geçtiğinde, ısı oluşur. Ama buna *«Joule ısısı»* adı verilir ve termoelektrik konusunun dışındadır.

İki farklı metalin birleştirilmesiyle bir devre oluşturulduğunda, Seebeck olayı ortaya çıkar. İki metal farklı sıcaklıklarda tutulursa, devrede akım oluşturan net bir gerilim doğar. Bunun tersine, «Peltier olayı» adı verilir. Peltier olayı, böyle bir devre çevresinden bir akım geçirildiğinde oluşur. Bu akım, bir metali soğuturken öbürünü ısıtır. Thomson olayı, bir metal çubukta, bir sıcaklık değişimi olduğunda ortaya çıkar. Çubuktan akım geçirildiğinde, ısı ya salınır ya da soğurulur ve böylece sıcaklık dağılımı değişmiş olur (bazı dış etkilerle korunmadıkça).

Seebeck olayı:Seebeck olayı 1821'de T.J. Seebeck tarafından bulunmuş, ama yanlış yorumlanmıştır. Seebeck, söz konusu olayı ilk kez bizmut ve bakır tellerden oluşan bir devrede gözlemiştir. Ne var ki olay, değişik metal çiftlerinde farklı şiddetlerde ortaya çıkmakta, hattâ farklı aralıktaki metallerde ya da tellerden biri gerildiğinde de değişmektedir.

Bu olayların anlaşılması için, metallerdeki elektrik iletiminin bilinmesi gerekir. İletkenlik, metal billurunun, eksi yüklü hareketli bir elektron «bulutu»yla sarılı hareketsiz bir artı çekirdek kafesi biçiminde olması nedeniyle ortaya çıkar. Metale bir elektrik alanı uygulandığında, bu elektron bulutu hareket ederek, bir elektrik akımı oluşturur (Bk. İLETİM, ELEKTRİKSEL).

Maddenin birim hacmine düşen serbest elektron sayısı, metalin cinsine ve sıcaklığına bağlıdır. Sıcaklık, elektronların ortalama hızını da belirler, ama bir elektriksel alan yoksa, elektronların hareketi rasgeledir ve bir akım oluşmaz.

Aynı sıcaklıkta iki ayrı metal için, serbest elektron yoğunluğu ve ortalama hız farklı olur. Bu metaller birleştirildiğinde, daha güçlü olan elektronlar, öteki metale geçer. Geçişten önce iki metalde de, artı ve eksi yükler arasında bir denge bulunur. Geçişten sonra bu denge bozulur ve metaller arasında bir elektrik alanı oluşur. Birleşme noktalarının aynı sıcaklıkta olmasına karşılık, elektrik alanının büyüklüğü sıcaklığa bağlıdır. Yani, elektrik alanının kuvveti, birleşme noktası sıcaklığıyla birlikte değişir.

Bir *çift* (farklı maddelerden iki metalin bir halka

oluşturacak biçimde birleşmesi) ortaya çıkarıldığında, iki birleşme noktası oluşur. Birleşme noktası gerilimleri, birleşme noktaları aynı sıcaklıkta olduğunda, eşit genlikte, ama ters yöndedir. Bu yüzden, birbirlerini yok ederler. Birleşme noktaları farklı sıcaklıklarda olduklarında, yok etme söz konusu olmaz ve akım geçer. Bu, Seebeck olayıdır.

Söz konusu akım, kendisini oluşturan sıcaklık koşullarını yok etmeye çalışır. Başka bir deyişle, sıcak birleşme noktası soğurken, soğuk birleşme noktası ısınır. Bu özellik, Peltier olayının anlaşılmasında büyük önem taşır.

Peltier olayı: Peltier olayı, Seebeck olayının tersidir. Bir çift çevresinden bir akım geçmeye zorlandığında, bir birleşme noktası ısınırken öteki soğur. Hangisinin ısınacağı, akımın yönüne bağlıdır.

Akımın Seebeck olayıyla oluşturulduğu yukardaki koşullarda, sıcak birleşme noktasının soğumasıyla ve soğuğun ısınmasıyla belli olan, indüklenmiş bir Peltier olayı vardır. Bu, birleşme noktaları sıcaklıklarını koruyacak biçimde denetlenmediği sürece geçerlidir. Söz konusu akım, bir pilin eklenmesiyle yapay olarak yükseltildiğinde, etki artar. Pilin kutuplarını (dolayısıyle akımı) tersine çevirmek, olayı da tersine çevirir.

Akımlar ve elektrik alanları: Akım, çift çevresinden geçerken, birleşme noktalarından birinde, azalan bir elektrik alanıyla (gerilim gradyanı) karşılaşır. Akım bu gradyandan kolayca düşebilir. Ama öteki birleşme noktasında durum tersinedir: gerilim gradyanı artar.

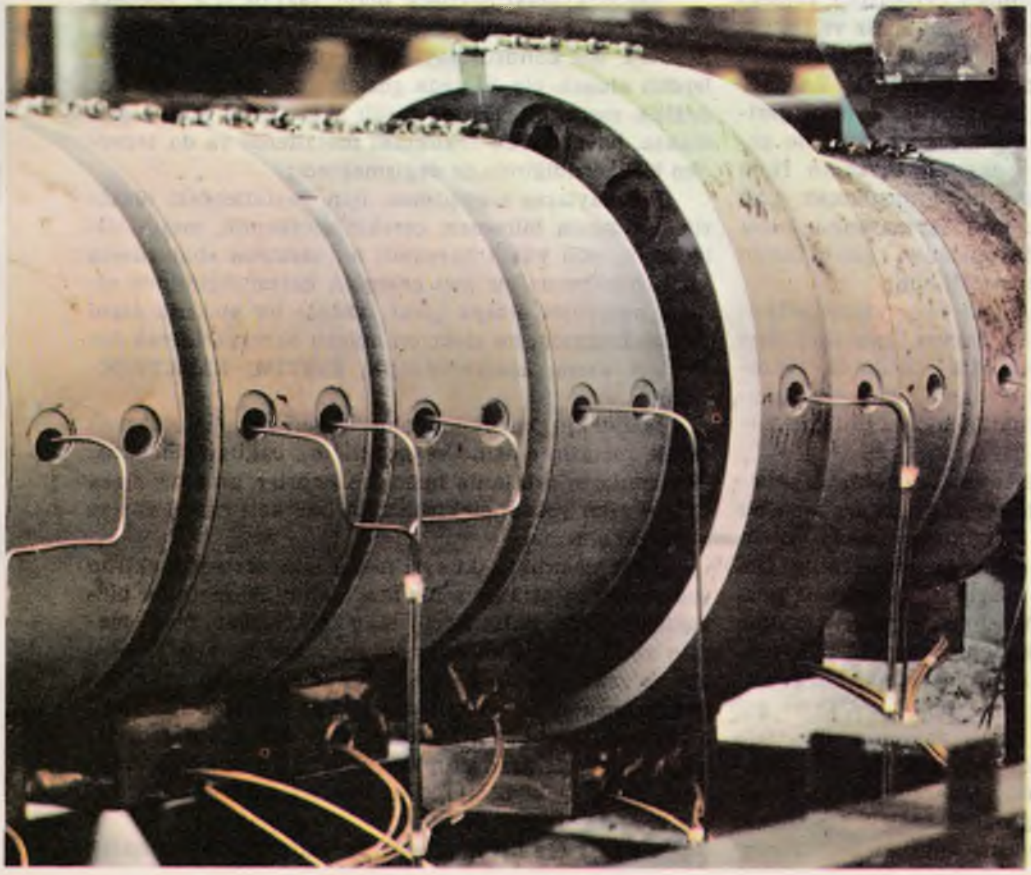
Bu durum, Peltier olayına başka bir görünüm getirir: Akım bir elektrik alanını geçtiğinde, ısı salınır ya da soğurulur. Söz konusu termoelektrik olayların fiziği oldukça karmaşıktır ve metal çeşidi ile iletim türüne (elektronlarla olduğu kabul edilir) bağlıdır. Bununla birlikte, YARİİLETKEN kuramında p tipi maddenin artı deliklerinin hareketinden sonuçlanan başka bir iletkenlik daha vardır. Bu maddeler, metallerden farklı özellikler gösterirler.

Thomson olayı: Isı gradyanı bulunan bir metal çubuktan bir akım geçirildiğinde, ısı salınır ya da soğurulur. Bu, Thomson olayıdır. Isı gradyanı, metal içinde bir elektrik alanı oluşturur.

Thomson olayı, Peltier olayına benzer. Ancak, Thomson olayında alan, bir birleşme noktasıyla (ya da birleşme noktalarıyla) değil, bir sıcaklık gradyanıyla oluşmaktadır. Bir metal çubuktan akım geçirildiğinde, ısı, sıcaklık gradyanıyla ilişkili alanın yönüne bağlı olarak, salınır ya da soğurulur.

Sıcaklık gradyanının elektrik alanı oluşturması şöyle açıklanabilir: Metal çubuğun bir ucunun ısıtılması, o uçtaki elektronların ısıl hızlarını yükseltir. Bu elektronlar öteki uca akarak, bir elektriksel dengesizlik, dolayısıyle de bir akım yaratırlar.

Bir bakır tel kullanıldığında akım, telin soğuk bölümünden sıcak bölümüne geçtikçe, ısı soğurur. Bu yüzden, telin sıcaklık dağılımını aynı tutmak için, tele



Termokupllar, dayanıklı sıcaklık ölçme aygıtlarıdır. Resimdeki (solda) termokupl dizisi, enjeksiyon makinasındaki sıcaklık değişikliklerini izlemede kullanılmaktadır. Bu tür işlerde termokupllar, kuvvetlendirildikten sonra bir işlemi denetleyen devreyi harekete geçirebilen elektrik akımı verirler.

Isınan kütlelerden gelen ışımayı ölçen dereceli termopil. (sağda)

ısı vermek gerekir. Sıcak bölgeden soğuk bölgeye akım geçen telde, ısı salınır.

Akımı oluşturan elektrik yükleri telden geçtikçe, ısınacaklarından ya da soğuyacaklarından, ısı alıp, ısı vereceklerdir. Ama bu durum, bir demir telde bozulur. Akım, telin sıcak bölümüne doğru hareket ettikçe, ısı verir (ya da soğuğa doğru aktıkça ısı alır).

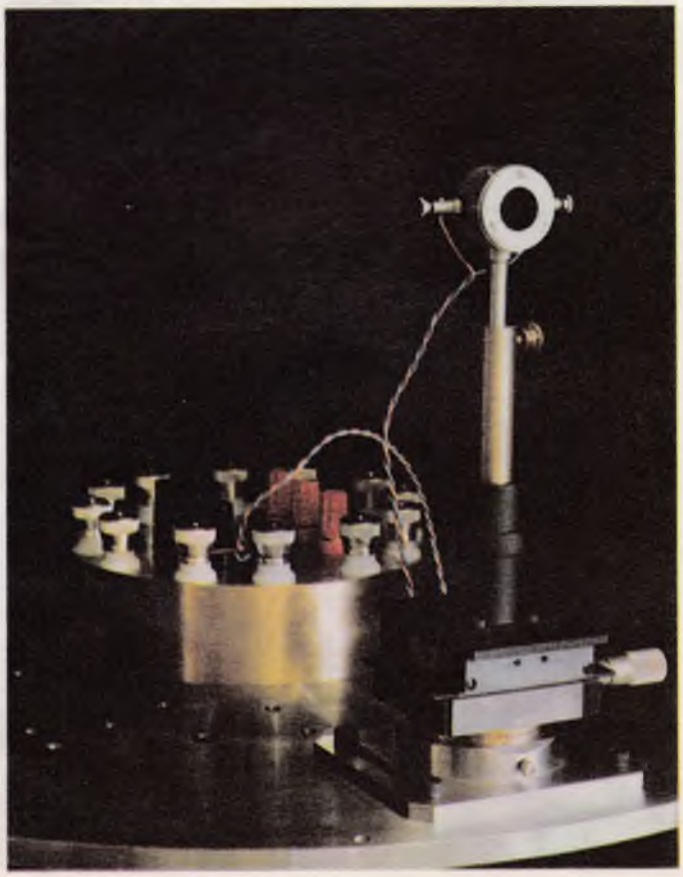
Thomson olayının kullanım alanı sınırlıdır. Ama 1850 yıllarında William Thomson (Lord KELVİN) tarafından bulunması, bilimsel bakımdan çok önemli olmuştur.

Termokupllar: Termokupl, Seebeck olayının özel bir uygulamasıdır. İndüklenen gerilime «*elektromotor kuvvet*» *(emk)* adı verilir. Birleşme noktalarından birinin 0°C'ta, ötekinin 1°C'ta tutulduğu bir bakır-bizmut çiftinde, emk yalnızca 70 mikrovolt (voltun milyonda biri) kadardır ve bakırdan, soğuk birleşme noktasındaki bizmuta doğru akar.

Birleşme noktaları arasındaki sıcaklık farkı yükseldikçe, emk de yükselir. Ama bu yükselme orantılı değildir. «Nötr sıcaklık» adı verilen belirli bir sıcak-

Denizcilikte kullanılan bu güç kaynağı (sağda üstte), işaret fenerlerinde termokupllar yardımıyla ısıyı elektriğe dönüştüren bir izotop kapsar.

Bu termokupl, radyo frekanslarında bir akımın gücünü ölçer. (sağda altta)



lıkta emk daha fazla yükselmez. Sıcaklık farkı yükselmeyi sürdürdükçe, emk yeniden düşer. Emk'in sıfıra düştüğü bir noktaya varılır ve sonra ters yönde gene yükselme başlar.

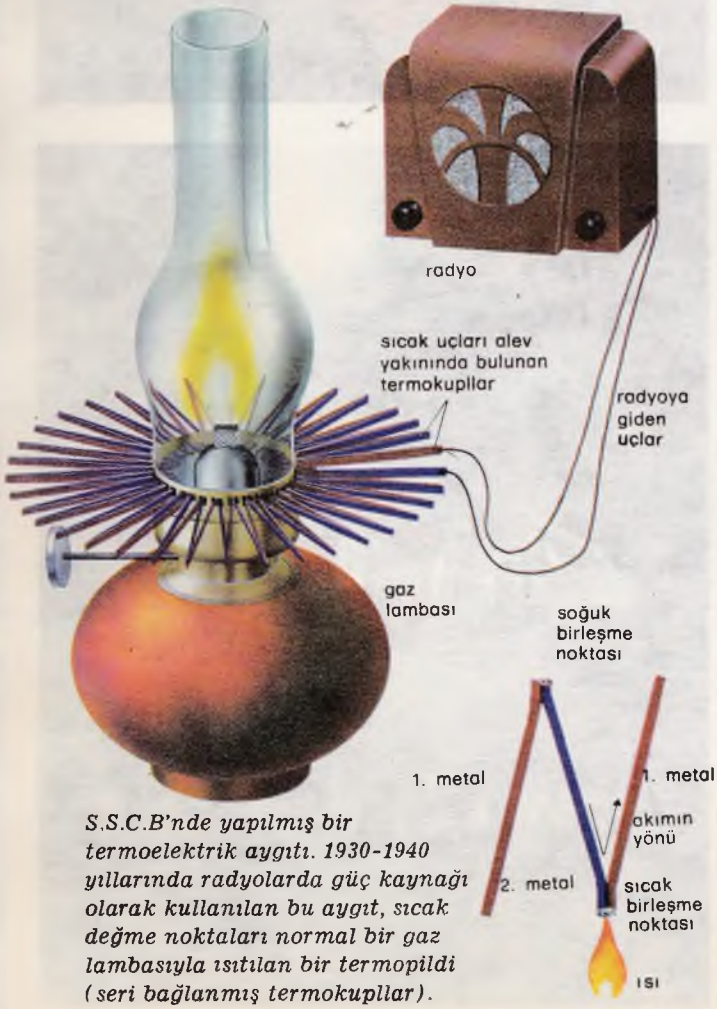
Birleşme noktaları arasındaki sıcaklık farkıyla oluşan emk, tellerin öteki noktalarındaki sıcaklıklardan bağımsızdır. Termokupl, bir sıcaklık ölçme aygıtı olarak kullanılabilir. Birleşme noktalarından biri, «karşılaştırma sıcaklığı» adı verilen değişmez sıcaklıkta tutulur. Laboratuvarda bu, genellikle 0°C'tır ve birleşme noktasının, su-buz karışımına daldırılmasıyla elde edilir. Endüstride kullanılan bir termokupldaysa, karşılaştırma sıcaklığı, bir ısıtıcıyla hava sıcaklığının biraz üstünde tutulur. Uygun bir koruyucu içine takılan ikinci birleşme noktası, ölçme ucu olarak kullanılır ve sıcaklığı ölçülecek bölgeye yerleştirilir.

Birleşme noktaları arasındaki emk, milivoltmetre ya da POTANSİYOMETRE gibi bir standart gerilimölçerle ölçülür. Elde edilen değer, standart çizelgeler yardımıyla sıcaklık farkına çevrilebilir. Bağlantılardaki sıcaklık dağılımı, ölçülen emk'i etkilemez. Ama bağlantılar ile ölçme aygıtı arasında, gerçek olmayan bir Seebeck emk'i olasılığı vardır ve bu nedenle, bağlantıların aynı sıcaklıkta tutulmaları gerekir.

Termokupılların seri halde bağlanmasıyla bir termopil oluşturulabilir. Termokupllar ve termopiller, dayanıklı ve kullanışlı aygıtlar olmalarına karşın, endüstride yalnızca birkaç alanda kullanılırlar. Ama laboratuvarda, daha duyarlı ölçüler verecek biçimde derecelendirilebilirler.

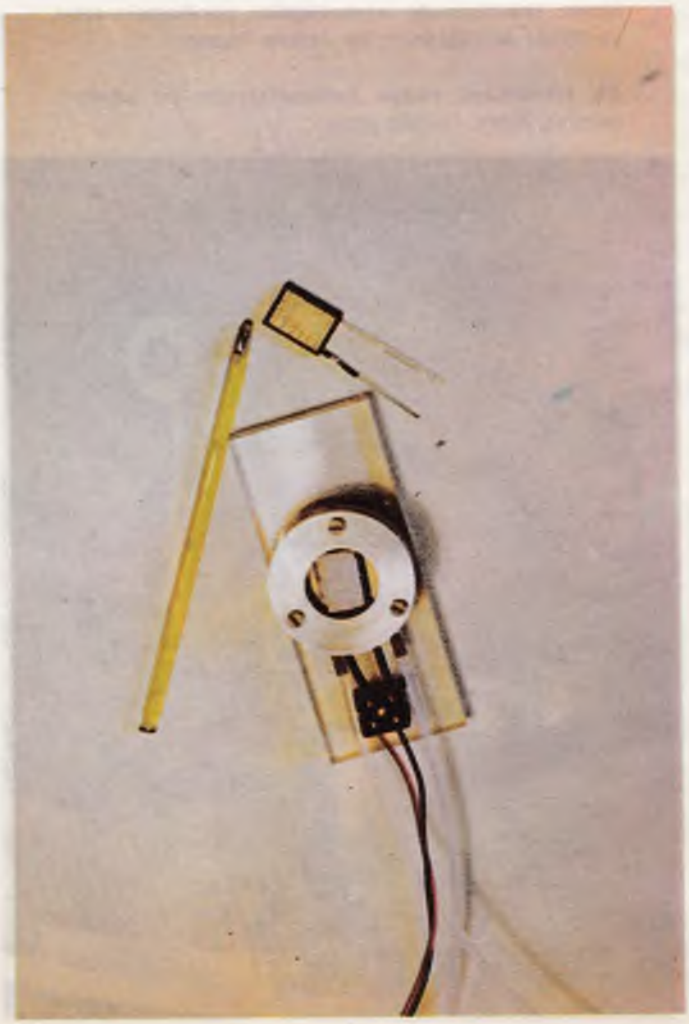
Termokupllarda kullanılan metal bileşimleri, sağlam olmalı, değme noktaları denetim altında tutulabilmeli, paslanmaya ve öteki kimyasal etkilere dayanıklı olmalı ve geniş bir sıcaklık sınırı içinde büyük emk'ler verebilmelidir.

Termoelektrik yoldan oluşan emk, sıcaklık ölçmenin yanı sıra, güç sağlamak için de kullanılabilir. Isı kaynağı olarak odun ateşi, parafinli maddeler, güneş enerjisi ve radyoaktif maddeler kullanılabilir. İkinci Dünya savaşı sırasında S.S.C.B. ordusunda, telsizlere



S.S.C.B'nde yapılmış bir termoelektrik aygıtı. 1930-1940 yıllarında radyolarda güç kaynağı olarak kullanılan bu aygıt, sıcak değme noktaları normal bir gaz lambasıyla ısıtılan bir termopildi (seri bağlanmış termokupllar).

Halka içindeki bu termoelektrik aygıtın (altta) içinden akım geçirildiğinde, bir tarafı ısınır, öteki tarafı soğur. Sıcak tarafı soğutmak için, borulardan su geçirilir. Ama üst yüzey, oda sıcaklığının 26°C olmasına karşın, buzla kaplıdır. Buna, Peltier olayı denir.



güç sağlamak için, taşınabilir termoelektrik jeneratörler kullanılmıştır. A.B.D. uydularında ve uzay araçlarında da, küçük termoelektrik jeneratörlerden yararlanılmaktadır. Bunlardan biri, ısı kaynağı olarak zenginleştirilmiş uranyum ve bir silikon-germanyum termokupluyla çalışmaktadır. Öteki termoelektrik jeneratörlerde olduğu gibi, verimlilik süresi oldukça düşüktür; ama uranyumun verdiği ısı miktarı, bir uzay aracının sınırlı olan ömrüne yeter.

TERMOKUPL Bk. TERMOELEKTRİK AYGITLAR

TERMOMETRİ Bk. SICAKLIK ÖLÇÜMÜ

TERMOS

Termos, 1890 yıllarında, sıvılaştırılmış gazları çok düşük sıcaklıklarda saklama amacıyla, James DEWAR tarafından geliştirilmiştir. Temel işlevi, içindekileri ısıl yönden yalıtmak, yani ısının içeri girmesini ve dışarı çıkmasını önlemektir.

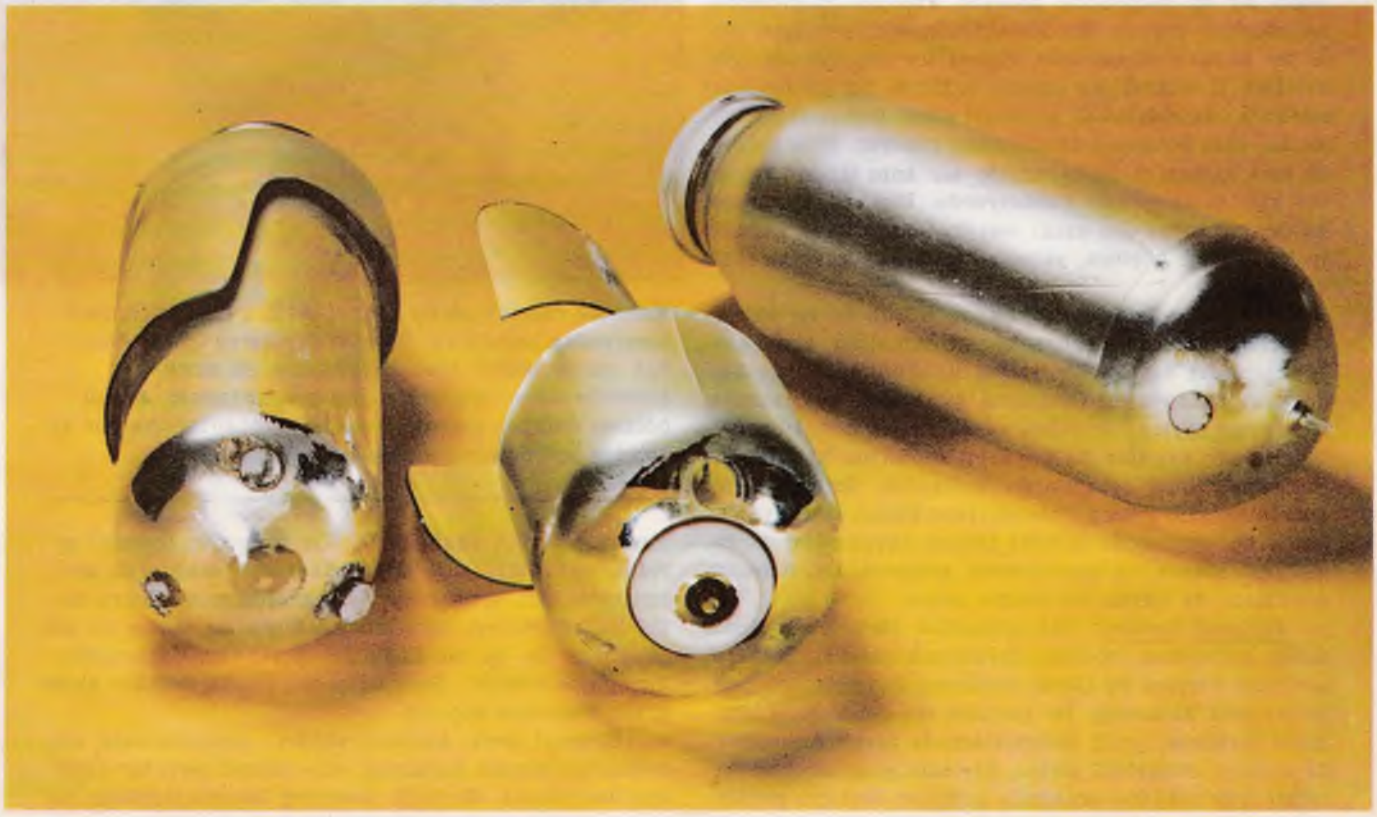
Termos, çift çeperli cam kaptan oluşur. Çeperlerin arasındaki boşlukta bulunan hava alınarak, bir vakum oluşturulur.

Isı aktarımı üç yolla *(iletim, taşınım, ışınım)* gerçekleşir (Bk. ISI ÖLÇÜMÜ VE ISI). Vakum, yalıtkan olmadığı için, bunların ilk ikisini durdurur. Işınım da, iki iç yüzeyin sırlanmasıyla en aza indirilir. Böylece, termosun altı ve çevresi yalıtılmış olur. Bu durumda ısının girip çıkabileceği tek yol olan ağız da, elden geldiğince küçük yapılır ve mantar ya da içi boş plastik gibi yalıtıcı bir maddeyle kapanır.

Daha sağlam olması nedeniyle, bazen cam yerine metal de kullanılır. Ama cam, çok daha iyi bir yalıtkan

Düşük sıcaklık çalışmalarında kullanılan kriyostat içine, bir termostan sıvı azot dökülmesi. (üstte)

Termosu oluşturan cam kap. (altta) Resmin solunda çift çeperli yapı açıkça görülmektedir.



olduğundan termos yapımına daha elverişlidir. Cam kap, kolayca kırılmaması için, genellikle bir metal kap içine yerleştirilir ve mantar ya da lastik tamponlar üstüne oturtulur.

Kullanım alanları: Termosun pek çok kullanım alanı vardır. En önemli bilimsel kullanımı, çok düşük derecelerde sıvılaştırılmış gazların saklanması ve düşük sıcaklıktaki öbür çalışmalardır.

Termosun en yaygın kullanım alanıysa, sıcak ya da soğuk içeceklerin saklandığı kaplardır. Cam termos, sıvıları çok uzun süre saklayabilir. Ancak, bu sürenin uzatılması için, kap dik tutulmalı ve böylece sıvının kapağa değip ısı vermesi (ya da alması) önlenmelidir.

TERMOSTAT

Termostat, dolaşım yapan sıvıların ya da kapalı hacimlerin sıcaklığını denetleyen bir aygıttır. Termostatta, sıcaklığa yanıt veren bir duyarlı öğe ile istenen sıcaklıklardan sapmaları düzelten ısıtma ya da soğutma düzeneklerini çalıştırabilen bir denetim öğesi vardır. Buzdolaplarında, merkezî ısıtma sistemlerinde, havalandırma aygıtlarında, otomobil soğutma sistemlerinde ve endüstride birçok işlemde, otomatik sıcaklık ayarı, termostatlarla sağlanır.

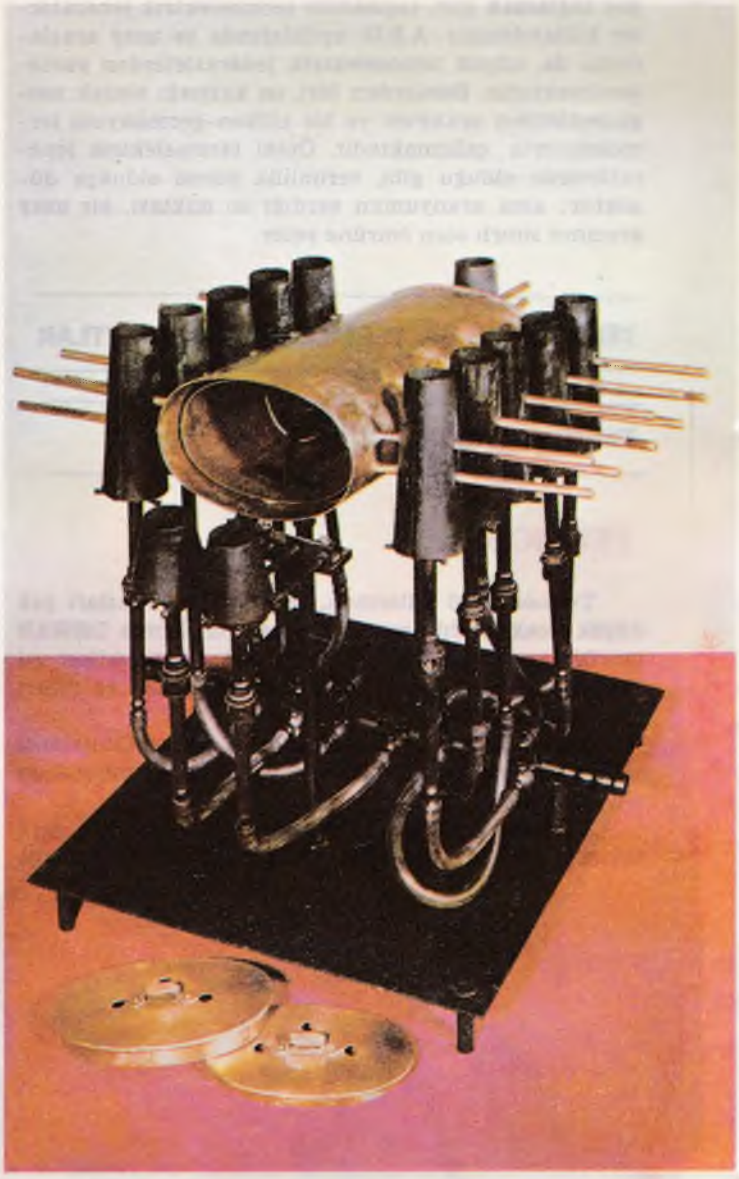
Termostatın en eski örneklerinden biri, 1660 yıllarında, Hollandalı Cornelius Drebbel tarafından yapıldı. Drebbel bu aygıtı, bir kuluçka makinasını ısıtan fırının sıcaklığını ayarlama amacıyla geliştirmişti. Fırından çıkan sıcak buhar, makinanın çevresini dolaşan bir su gömleğine doluyor, kuluçka makinasına yerleştirilen duyarlı öğe, ısındığında genleşen alkol dolu bir kaptan oluşuyordu. Kabın bir ucu, içinde cıva bulunan U biçimli bir boruya bağlıydı. Su gömleğinin sıcaklığı yükseldiğinde, genleşen alkol, borunun bir kolunda cıva sütunu üstüne basınç yapıyor, öbür koldaki cıva sütunuysa, yükselerek, bir kolu itiyor, kol da bir kaldıracın ucunu kaldırıyordu. Bir ucu kaldırılan kaldıracın öteki ucu aşağı inerek, fırının hava kapağını kapatıyor, böylece, yanma hızı azalıyor ve sıcaklık düşüyordu.

Aygıtın sağladığı sıcaklık, en düşük ve en yüksek değerler arasında değişmekteydi. Ama, su gömleğindeki sıcaklık değişmeleri yavaş olduğundan, iniş-çıkışları yumuşatıyordu. Ortalama sıcaklığın ayarlanması için, aygıt ayrıca, bir vidalı ayarlayıcıyla donatılmıştı.

Bu tür aygıtlar XIX. yüzyıl sonlarına kadar, yalnızca yalıtılmış ortamlarda kullanıldı. Sonra, büyük apartmanların ısıtma sistemlerinin kazan ve radyatörlerine de uygulandı. Birinci Dünya savaşından sonra, merkezî ısıtma ve soğutmanın gelişmesiyle, denetim endüstrisi de büyük bir aşama yaptı.

Bimetal şeritler: Bir termostat türü, maddelerin ısıyla genleşmesi ilkesine dayanarak çalışır. *"Bimetal şerit"* adı verilen bu türde, birbirine kaynaklanmış iki metal şerit kullanılır. İki metalin *ısıl genleşme katsayıları* farklıdır; yani, ısıtıldıklarında farklı miktarlarda uzarlar. Sözgelimi pirinç, her santigrat sıcaklık derecesi için 1/50 000 oranında genleşir. Bakırın genleşmesiyse, bunun yaklaşık % 90'ı kadardır. Bimetal şeridin metalleri, ısıtıldıklarında farklı oranlarda genleştikleri için, şerit, daha az genleşen yana doğru eğilir. Bu eğilmeden yararlanılarak, ya bir supap ve kol çalıştırılır ya da bir ELEKTRİK DEVRESİ tamamlanır (ya da kesilir). Şerit, devrenin ucuna değince akım geçer, değmezse geçmez.

Bimetal şerit, merkezî ısıtma sistemlerinde oda termostatı olarak kullanılır. «U» biçimli şerit bir ucundan tutturulur. Sıcaklık önceden kararlaştırılmış bir



Resimde (üstte) görülen aygıt XIX. yüzyılda Bunsen tarafından geliştirilmiştir. Gri boruların içinde birer bek vardır. Bakır borular alevlerin en sıcak bölümlerinden geçmekte, böylece, ortadaki kapalı bölüme değişmez sıcaklık sağlamaktadırlar. Ne var ki, aygıtın geri besleme mekanizması yoktur.

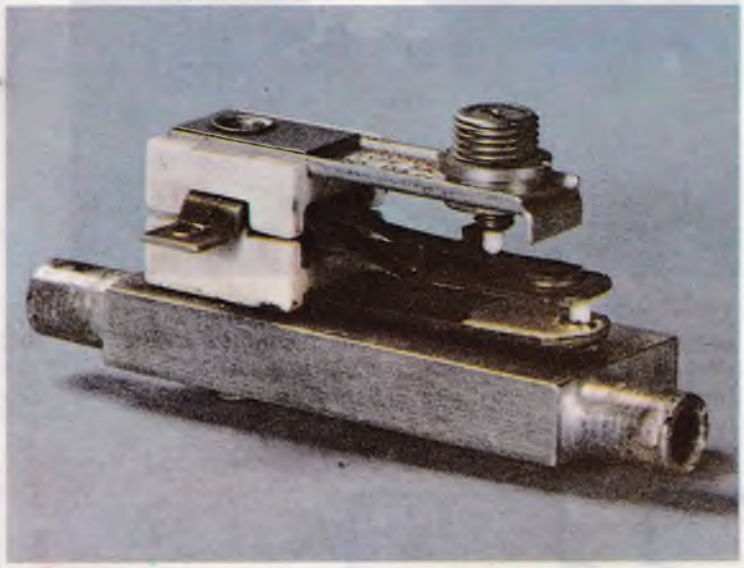
düzeye düştüğünde, öteki uç bir elektrik devresini tamamlar. Şeridin dokunduğu ucun konumu, bir düğmeyle ayarlanabilir. Uç şeride ne kadar yaklaştırılırsa, devre o kadar çabuk tamamlanır. Devrenin tamamlanması, devridaim pompasının çalışmasını sağlar.

Başka bir duyarlı aygıt da, hafif metalden yapılmış, oluklu duvarları olan bir kap biçimindedir. Bu kabın içi, bir sıvı ya da gazla doludur. Sıcaklığın artması, kabın içindeki maddenin genleşmesini ve kabın uzamasını sağlar. Kap, ince bir boruyla, belirli bir uzaklıktaki bir ampule bağlanır. Ampulün sıcaklığı değişince, içindeki maddenin basıncı da değişir. Bu basınç değişikliği, aynı biçimde daralıp genleşen ana kaba iletilir.

Öteki aygıtlar: Sıcaklığa duyarlı aygıtların başka bir grubunu da, elektrikli düzenekler oluşturur. Metal, sıcaklığı yükselince elektrik akımına DİRENÇ gösterir. Bir tel parçasına değişmez gerilim uygulandığında, sıcaklık yükseldikçe, geçen akım azalır. Bu etki termostatta kullanıldığında, doğrudan etkili bir denetim elde edilebilir.

Evlerde kullanılan ısıtma sistemlerinde birden çok termostat vardır. Kazana daldırılan ve «sınır anahtarı» adı verilen bir termostat, brülörü ve devridaim pompasını denetler. Su en yüksek güvenli sıcaklığa ulaştığında, brülör söner ve pompa çalışmaya başlar. Ama genellikle, kazandaki su bundan daha düşük sıcaklıktadır ve brülör ile pompa, oda termostatıyla çalıştırılır.

Bütün termostat çeşitleri GERİ BESLEME ilkesine göre çalışır. bir işlemin çıkışından (burada sıcaklıktan yararlanılır), onu denetleyen girişlere bilgi taşırlar.



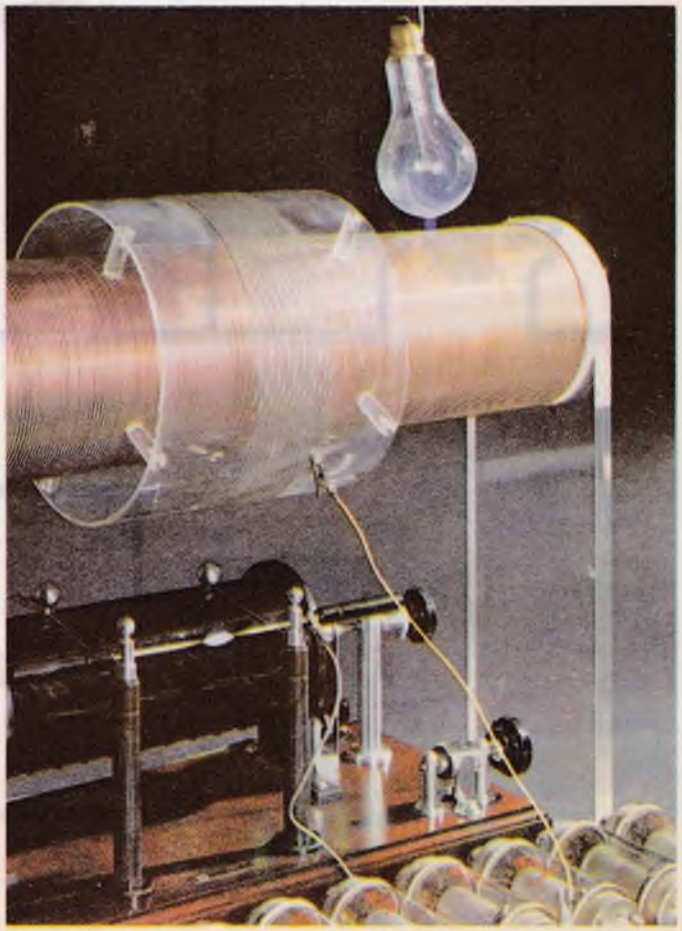
Bimetal şerit kullanılan bir merkezî su ısıtma termostatı. (üstte)

Bir oto termostatı. (altta) Termostat, motor ısınıp, supabı tutan mum eriyinceye kadar su akımını önler. Sonra su basıncı supabı açar ve motor çalıştıkça akış sürer.

TESLA BOBİNİ

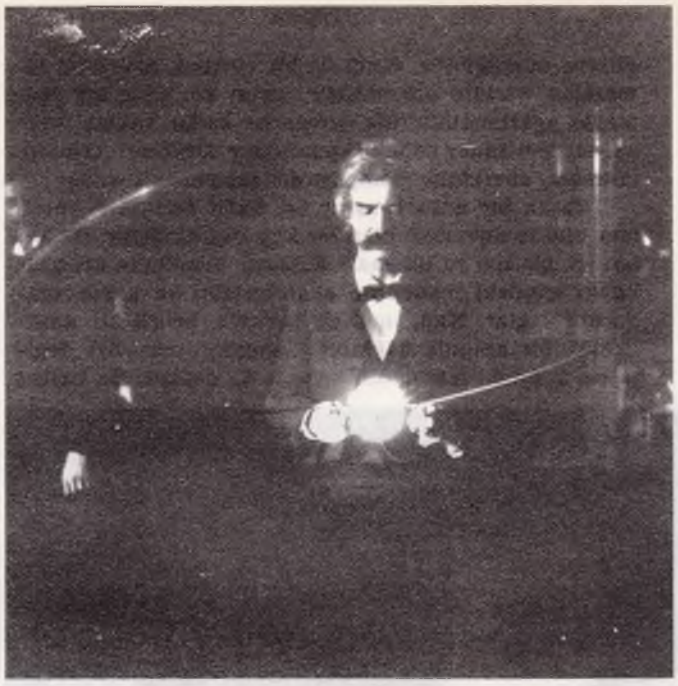
1892'de Yugoslav mühendis Nikola Tesla tarafından bulunan Tesla bobini, yüksek gerilim ve yüksek frekanslı bir akım kaynağıdır. Düşük gerilim kaynağını yüksek gerilim kaynağına dönüştürmek için, bir

Tesla'nın yaptığı ilk bobin. (altta)



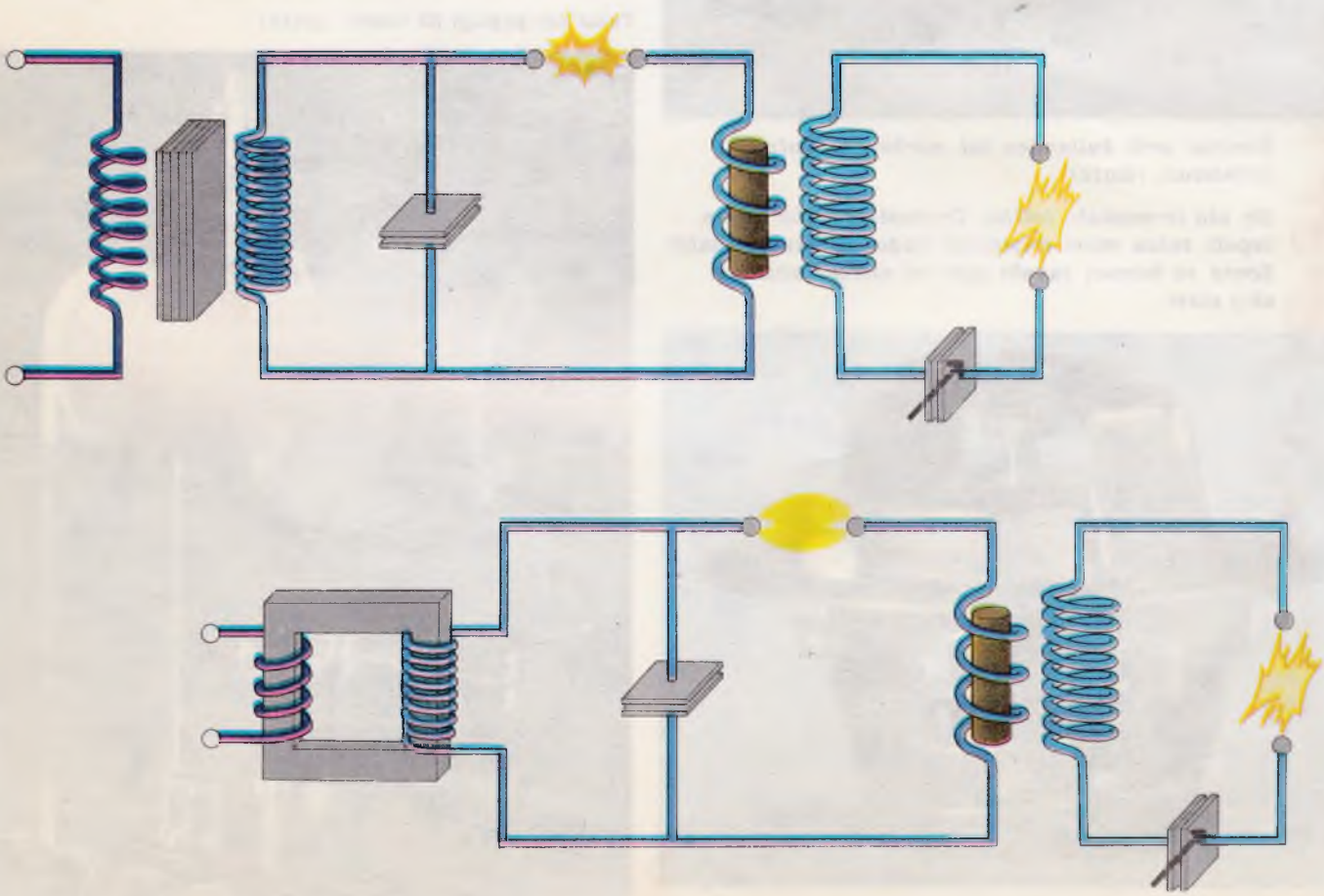
İNDÜKSİYON BOBİNİ kullanılır. İndüksiyon bobininin ikincil sarım uçları (yüksek gerilimin uçları), bir kıvılcım aralığına (Tesla'nın ilk aygıtında kıvılcım aralığı yerine, bir Leyden şişesi yerleştirilmişti) bağlanır. Devre, Tesla bobininin birincil sarımı ve KONDANSATÖR üstünden tamamlanır. Birincil sarım magnetik olmayan bir çekirdek üstüne sarılı birkaç sargıdan oluşur ve çok sargılı olan ikincil sarımdan, ya hava boşluğuyla ya da yağla ayrılır.

Birincil sarımdaki gerilim, tıpkı indüksiyon bobinindekine benzer bir süreçle artarak, ikincilden çıkar. Birincil devrede bulunan kıvılcım aralığı, akımın birincil bobinde birkaç milyon hertzlik bir salınımla titreşmesine neden olur. Titreşimin etkisiyle ikincil uçlardan, hem yüksek gerilim, hem de yüksek frekans elde edilir. Aygıt genellikle, deneysel çalışmalarda kullanılır.



Yazar Mark Twain'in 1895'te bir Tesla bobiniyle yaptığı gösteri. (üstte) Yazar, Tesla bobininin üstüne geçirilen bir başka tel bobini eliyle tutuyor, bobinde indüklenen akım, Twain'in bedeninden geçerek bir lambayı yakıyordu.

Tesla bobini için iki tip devre. (altta) Üstteki çizimde güç, bir indüksiyon bobininin birincil sarımına uygulanmaktadır. Bu Tesla bobininin birincilindeki aralıkta oluşan kıvılcım, ikincilde yüksek bir gerilim oluşturmaktadır. Sonuçta, Tesla bobininin iki devresinde de çok yüksek frekanslı bir akım ortaya çıkmaktadır. Alttaki çizimde, indüksiyon bobini yerine bir transformatör kullanılmıştır.



İkincil devreye, birincille rezonansa geçmesi (Bk. REZONANS) için, ayarlı bir kondansatör bağlanabilir. Böylece, ikincilde en yüksek frekans elde edilir. Birincil devrede, indüksiyon bobini yerine TRANSFORMATÖR de kullanılabilir.

İkincil akımın frekansı çok yüksek olduğundan, ikincil devre çevresinde düşük ve yüksek gerilim noktaları oluşur. Bu akım iki paralel telde oluşturulup, aralarına «*Geissler tüpü*» adı verilen ve içinde yalnızca iki elektrot bulunan havası alınmış bir tüp yerleştirilirse, söz konusu tüp, teller boyunca hareket ettirilince aynı aralıklarla ya karanlık kalır ya da parlar.

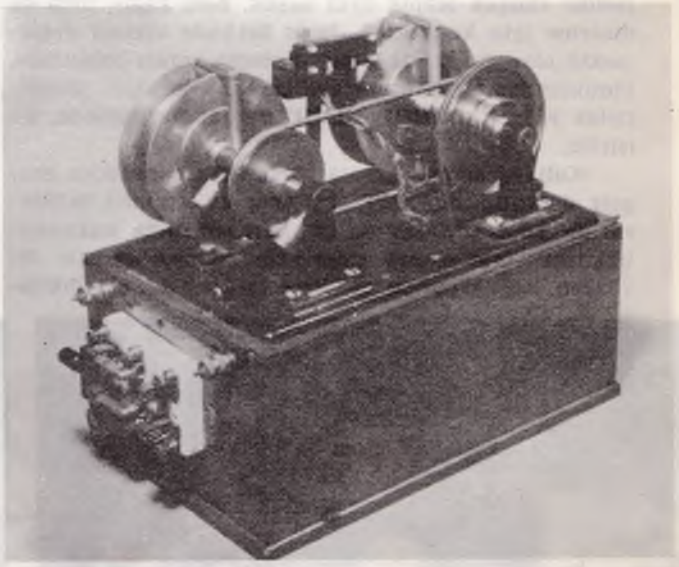
Kaçak bulma: Camdan yapılmış büyük vakum aygıtlarındaki kaçakları saptamada, yukarda anlatılan olaydan yararlanılır. İkincil sarımın çıkış ucu, cam vakum aygıtının dışına yerleştirilir. Sistemde bir kaçak varsa ve basınç 10 mm cıva sütunu (torr) düzeyindeyse, sisteme sızan havada bulunan azot, pembe renkli bir parlama oluşturur. Basınç 1,5 torr ise, parlama çizgiler halindedir. Bu çizgiler, basınç 0,05 torr'a geldiğinde büyür. Daha büyük değerlerde de, aygıtın yüzünde, yeşil renkli flüoresan parlamalar gözlenir.

Kuşku duyulan bir kaçak noktasını saptamak için, bu nokta üstüne bir miktar eter, karbontetraklorür ya da aseton dökülür. Uç bu maddelerden birine yaklaştırıldığında, buharlaşma nedeniyle aygıtın iç yüzünde çok şiddetli bir aydınlanma oluşur. Uç tam kaçak noktasına değdiği anda da, bir elektrik deşarjı ortaya çıkar. Yöntem, metal sistemlerde kullanılamaz; kullanılsa da pek duyarlı sonuç vermez.

TEYP

Magnetik kayıt ilk kez 1898'de, Danimarkalı bilim adamı Valdemar Poulsen tarafından açıklandı. Ama bu ilkeden yararlanılarak bir teypin geliştirilmesi, ancak 50 yıl sonra gerçekleştirildi. Poulsen, kayıt öğesi olarak çelik tel kullanmıştı; daha sonra da çelik şeritler yapıldı; ama bu malzemeleri kullanmak ve depolamak çok zordu. İkinci Dünya savaşından önce Almanya'da yapılan araştırmalar sonucu, magnetik kayıt öğesi olarak çok daha elverişli bir malzeme geliştirildi. Bu malzeme, bir kağıt bandın ince demir oksit tabakasıyla kaplanmasıyla oluşturuluyordu. Birkaç yıl sonra, kağıt bant yerine plastik bant kullanıldı ve ilk magnetik bant ortaya çıkarıldı.

Teyp aygıtının temel türlerinde 6,25 mm genişliğinde bantlar kullanılır. Bu bantlar, sarılı oldukları makaradan çıkarılıp *magnetik kafa*dan geçirilerek, boş olan ikinci makaraya tutturulur. Bandın bir makaradan ötekine sarılma hızı, sarıcı makarayla ayarlanmaz; bu iş için, bandı değişmez hızla kafanın önünden geçiren ve elektrik motoruyla çalıştırılan bir rulo kullanılır.



Valdemar Poulsen'in 1898'de yaptığı telegrafon saniyede 213 cm'lik bir hızla, telefon konuşmalarını çelik piyano teline kaydediyordu. (sağda üstte)

1936'da Almanya'da yapılmış ilk modern teyplerden biri. (sağda altta) Bu aygıt kısa sürede yaygınlaşmıştır. Ünlü sanatçıların savaştan önce bu teyplerle yaptıkları kayıtlar, günümüzde bile dinlenmektedir.

Bütün teyp aygıtları ELEKTROMAGNETİZMA ilkesine göre çalışır. Söz konusu ilke, elektrik alanları ile magnetik alanların karşılıklı etkileşimine dayanır. Kayıt işlemi sırasında, radyodan, pikaptan ya da bir mikrofondan alınan sinyal, çok zayıf bir elektrik akımı halindedir. Akımın şiddeti asıl sesin şiddetine, frekansı da asıl sesin tonuna bağlı olarak değişir. Elektrik sinyali, bir yükselticide yükseltildikten sonra, «*kayıt başlığı*» denilen özel biçimli bir elektromıknatısın bobinine gider. Elektromıknatısın oluşturduğu magnetik alanın şiddet ve frekansı da, asıl sesin şiddet ve frekansına bağlı kalarak değişecektir. Bant, magnetik alanın en yoğun olduğu bu kafa önünden geçerken, üstündeki demir oksit tanecikleri, tıpkı küçük bir mıknatıs gibi magnetik alan doğrultusunda dizilir.

Dinleme işlemi sırasında bant, dinleme kafasından geçirilir. Dinleme kafası, kayıt kafasının bir benzeridir (birçok teypte aynı başlık, hem kayıt, hem de dinleme için kullanılır). Bant üstünde sürekli değişmekte olan magnetik alan, dinleme kafası bobininde, indüklenmiş bir akım ortaya çıkarır. Bu akım yükselticide yükseltilip HOPARLÖR'lere gönderildiğinde, ses işitilir.

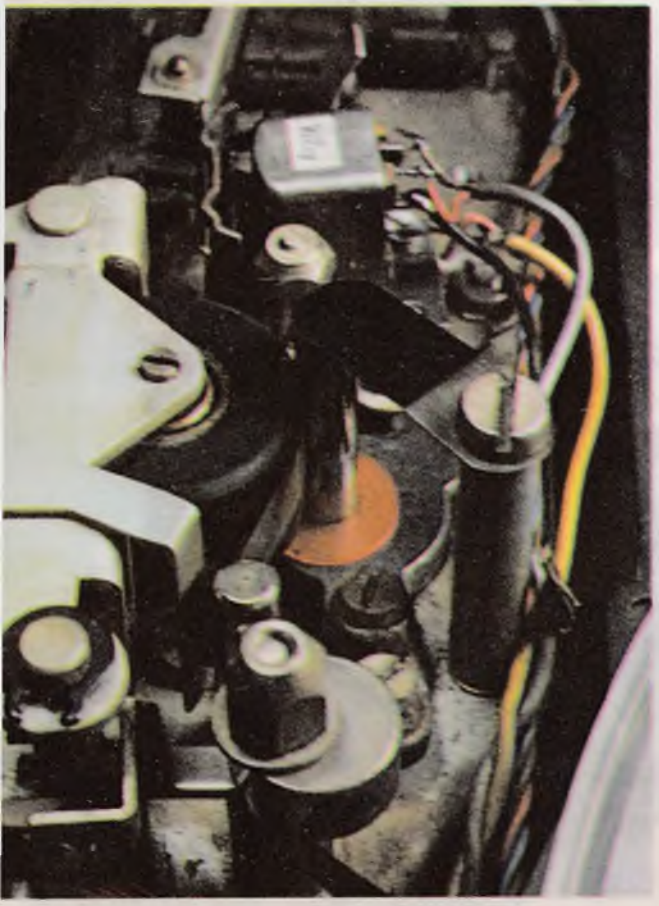
Kullanılmamış bantta, magnetik tanecikler rasgele doğrultularda dizilidir. Ama kullanılmış bantların da, kayıt kafasından geçişleri sırasında mıknatıslıklarının tam olarak giderilmiş olması gerekir. Bu yüzden, her teypte bir de *silme kafası* bulunur. Mıknatıslık giderme işlemini yerine getiren bu kafa, eskiden küçük bir kalıcı mıknatıstan oluşur, ama bu yöntem, bantta hışırtı (parazit) kalmasına neden olurdu. Modern silme kafalarında sesüstü frekanslı akımlar kullanılır. Bu akım, bandı önce bir doğrultuda, sonra da öteki doğrultuda mıknatıslayarak, mıknatıslık giderme işlevini etkili biçimde yerine getirir.

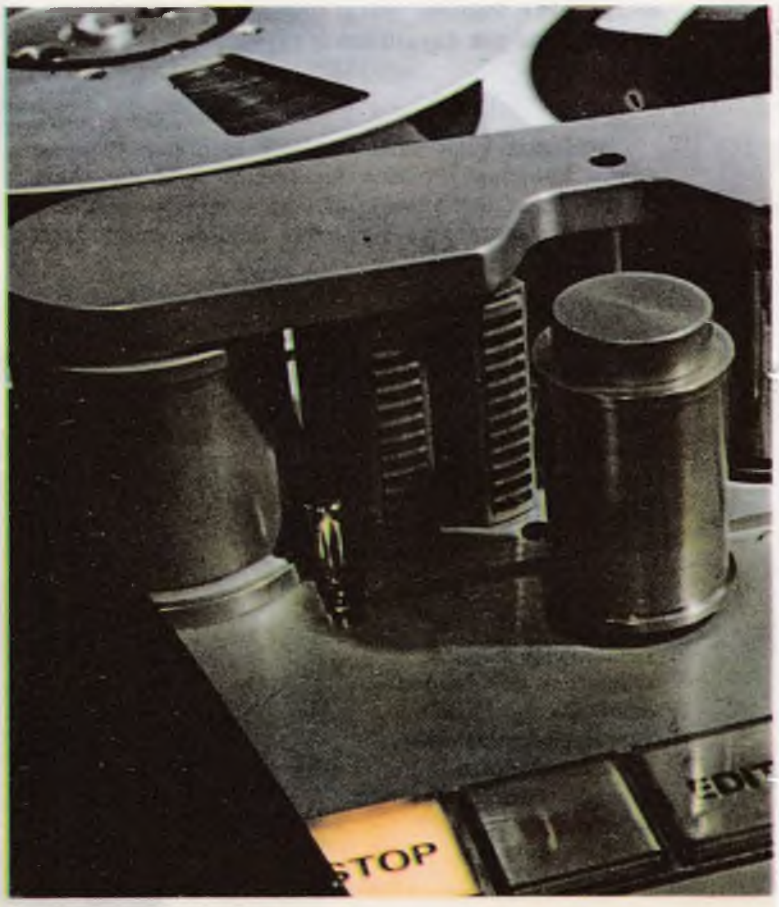
Birçok teypte, silme kafası akımını sağlamak için, OSİLATÖR'ler kullanılır. Bu osilatörlerle yüksek frekanslı *bias* da elde edilir. Kayıt kafasına giden program sinyaline az miktarda sesüstü sinyal karıştırılır; böylece, kayıt akısındaki *histerezis* eğrisinin (Bk. MAGNETİZMA) doğrusallıktan sapması ve bozulması (distorsiyon) azaltılır. Silme frekansının, aygıtın üreteceği en yüksek işitme frekansından üç kez daha büyük olması istenir. Bu yüzden, genellikle 50-80 kHz arası değerler kullanılır.

Yavaş dönen bantlarda kaydedilen *dalga biçimi*,

Resimde (altta solda) kayıt kafası ve bandı kafanın önünden geçiren rulolar görülmektedir. Sarıcı makaranın oluşturduğu germe kuvveti oldukça küçüktür.

Resimde (altta sağda) görülen teypin kafaları 12 kanallıdır. Kayıt tamamlanınca, kanalların üst üste alınmasıyla, kuadro ya da stereo bant elde edilir.





daha sıkışık bir görünümdedir. Ayrıca, düşük hızlı teyplerde yüksek frekanslı ses elde etmede, aygıtın bir sınır değeri bulunur. Öte yandan, yüksek hızlı bantlarda, kayıt için daha çok bant kullanılır. Bu yüzden, bant hızları, sözkonusu özellikler göz önünde bulundurularak seçilir. Günümüzde 38, 19, 9,5 ve 4.75 cm/saniyelik bant hızları kullanılır. Yüksek hızlardan nitelikli ses elde etmede, düşük hızlardan da ekonomik nedenlerle yararlanılır. Kayıt stüdyolarında 38-76 cm/saniyelik hızlar yeğlenir. Evlerde kullanılan kayıtlardaysa 9,5 cm/saniyelik hız kullanılabilir; ama en uygunu, 4.75 cm/saniyelik standart kaset hızlarıdır.

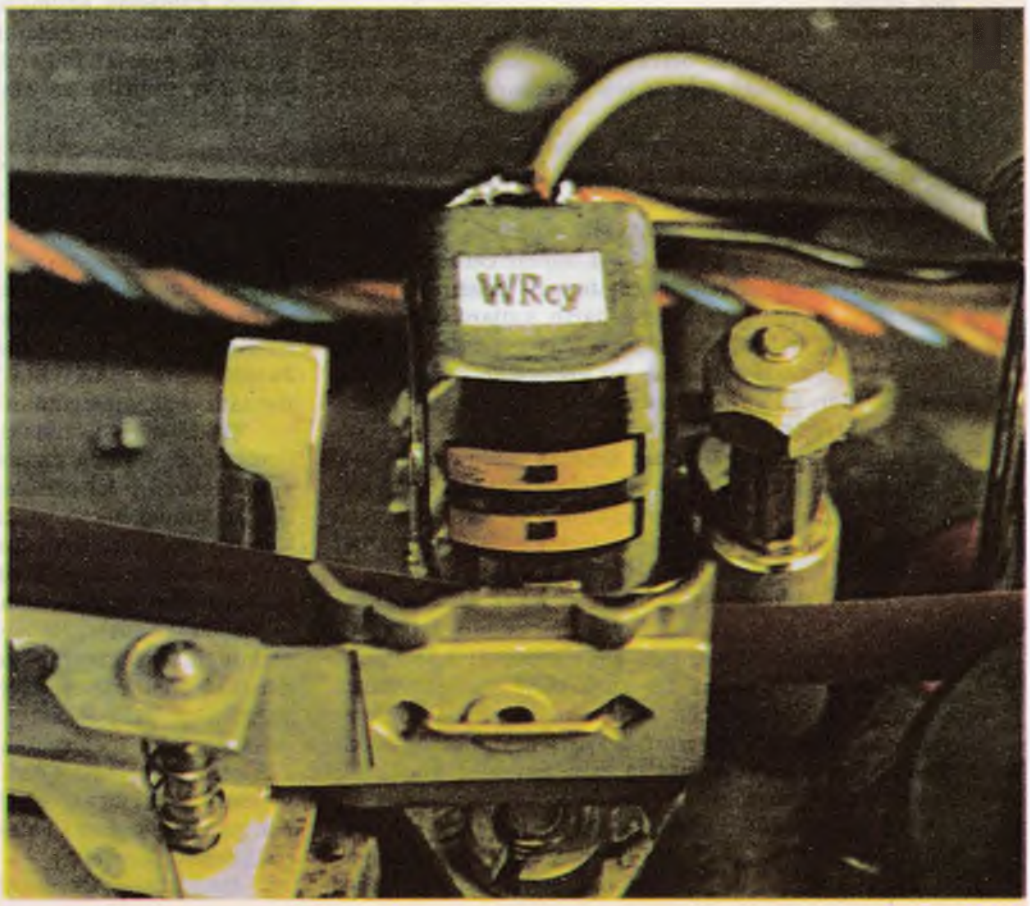
Ekonomik kullanım sağlamak için, bant yüzünün yalnızca bir bölümüne kayıt yapma yöntemleri de geliştirilmiştir. Bunlarda kayıt kafası, bandın yalnızca üst yarısını dolduracak biçimde düzenlenmiştir. Teyp ters takılarak, boş kalan ikinci yarı üstüne de kayıt yapılabilir. *Stereofonik* kayıtlarda, sağ ve sol sinyalleri aynı anda besleyecek iki kayıt kanalına gerek vardır. Ekonomik nedenlerle, bu tip kayıt aygıtlarına *seyrek izli* kafalar takılır. Teyp bir yönde kullanıldığında, 1 ve 3 kanalları sağ ve sol sinyalleri, ters yönde kullanıldığında da 2 ve 4 kanalları aynı sinyalleri sağlar.

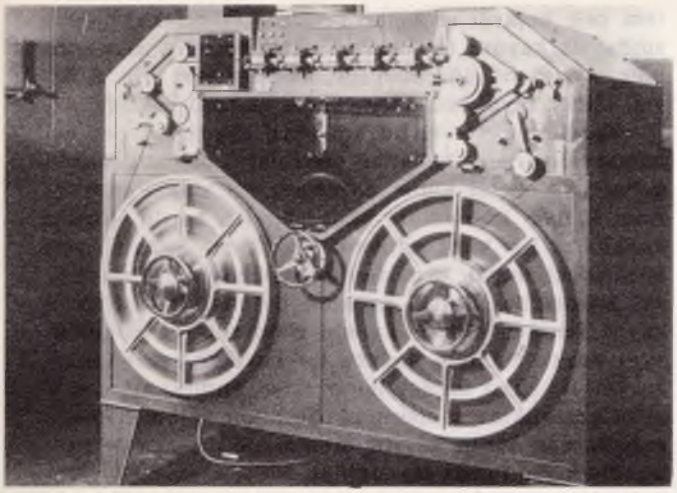
Özel etkiler: Yalın teyplerde, kaydedilmiş bir ses üstüne başka bir ses kaydetmek için, silme kafasını devreden çıkarmak gerekir. Bu amaçla, bazı aygıtlar özel düğmelerle donatılır. Ne var ki, söz konusu yöntem pek başarılı sonuçlar vermez: İkinci kayıt sırasında, ilk kaydın bir bölümü silinerek, sesi zayıflatabilir. Ayrıca bu düzenlemede, ilk kayıttaki sesi dinleyip, ikinci kaydı ona göre yapma olanağı yoktur.

Bandın dörtte birini kullanan aygıtların pek çoğunda ve yarısını kullanan stereoların bir bölümünde, daha iyi sonuçlar alınır. Sözgelimi, bir sinyal önce birinci kanala kaydedilir; bant yeniden sarılır. Birinci kanaldaki ilk kayıt dinlenirken, ikinci kanala, hem birincideki sinyal, hem de dışardan alınan ikinci sinyal kaydedilir. İkinci kanalda bulunan *karıştırılmış* kayıt, yeniden birinci kanala gönderilir ve istenirse, aynı sırayla bunlara üçüncü bir kayıt daha eklenebilir. Önceki kayıt üstüne ikinci kayıt alınırken, ilk sinyalin kulaklıktan dinlenmesi önemlidir ve bu yalnızca, kanallardan birini kayıta, ötekini de dinlemeye bağlayabilen aygıtlarda olanaklıdır. Buna «*eşzamanlı dinleme*» adı verilir.

Ayrı dinleme kafası bulunan aygıtların çoğunda, yankı (eko) etkisine raslanır. Bu yüzden kayıt sırasında, dinleme sinyalinin bir bölümü kayıt kafasına gönderilir. Kafa boşluğundan ötürü, dönüş sinyalinde bir

İki kanallı stereo kafanın yakından çekilmiş fotoğrafı. (altta) Profesyonel amaçlı teyplerde kafalar arasındaki mesafe, evlerde kullanılan teyplerdekinden daha geniştir.





Marconi-Stille teyp aygıtında da çelik banttan yararlanılmıştır. Resimde görülen aygıt, 1935 yıllarında BBC'de kullanılmıştır.

miktar gecikme olur. Bu sinyal, kayıttan sonra yeniden dinleme kafasına gelir ve böylece art arda yankılar elde edilir. Yankılar, geri besleme sinyal oranına bağlı olarak, dereceli bir sönüm gösterir. Düşük bant hızlarında, yankı frekansı da düşük olur ve kulağa hoş gelmez.

Profesyonel kayıtlarda, bir tek kafadaki sinyal gecikmesi ilk yineleme olarak kullanılabilir. Böylece, konser salonlarında elde edilen yankıların benzeri sağlanır.

Ekleme: Bant kaydı yapanların sık sık yararlandıkları özelliklerden biri de, bandın kolayca kesilip istenmeyen yerlerinin çıkarılması ya da yeni bölümlerin eklenmesidir. Ekleme yapılacak bölümler, genellikle jilet ya da makasla kesilir. Ama bunlar çelikten yapılmış olduklarından bant kaplamasını bozdukları için, pirinçten yapılmış özel makasların kullanılması daha doğru olur. Eklenecek uçlar 45 'lik açıyla kesilirse, dinleme sırasında yumuşak bir geçiş elde edilir. Deneyimli kişiler, bir müzik parçasındaki bir tek notayı bile, bu yöntemle değiştirebilirler.

Kasetli teypler: Bandın boşalan ucunu öteki makaraya elle bağlama gereksinimini ortadan kaldırma amacıyla çeşitli çalışmalar yapılmış ve kapalı bantlar geliştirilmiştir. Günümüzde bunların ikisi (KASET VE KARTUŞ), geniş ölçüde kullanılmaktadır.

Philips şirketi 1963 yılında ilk kez, pille çalışan minyatür teypleri ve bu teyplerde kullanılan kaseti piyasaya sürdü. Bunlardaki bant genişliği 3,81 mm'ydi ve bütünüyle kapalı bir kutu içine yerleştirilmişti. Kaset yatağa sürülünce aygıt, kayıt ya da dinleme için hazır duruma geçiyordu. Bant boyunun uzun olmaması için, kayıt hızı 4,75 mm/san gibi küçük bir değerde tutulmuştu.

İlk kaset bantlarının yarısı kullanılıyor ve yalnızca mono kayıtlar yapılabiliyordu. Ama daha sonraları, bandın dörtte birini kullanan kanallara ve stereo kayıtlara geçildi.

Hem bant hızının düşük olması, hem de kanal genişliğinin çok küçük tutulması, kasetlerde ses niteliğinin istenilen düzeye erişmesini engeller. Bu sakıncayı ortadan kaldırmak için yapılan çalışmalar arasında, yeni kaplama türlerinin geliştirilmesi sayılabilir. Sözgelimi, krom dioksitli kaplamalar, yüksek frekanslarda yüksek nitelikli ses sağlamaktadır. Ayrıca, magnetik kaplamadaki taneciklerin doğurduğu gürültüyü azaltacak teknikler de bulunmuştur. Gürültü azaltma yöntemleri arasında en önde geleni, *Dolby* sistemidir. Bunda, kayıt sırasında, müzikteki düşük düzeyli bileşenleri seçip, 10 desibel şiddetine kadar yükselten karmaşık devreler kullanılır. Dinleme sırasında devre, bu yüksek şiddetli kayıtları tanır ve onları yeniden eski düzeylerine indirir. Böylece, asıl ses değişmeden, bandın ürettiği gürültüler önemli ölçüde elenir. Dolby sistemi yalnızca yüksek frekanslı seslere uygulanır. Günümüzde pek çok kayıt şirketi bu sistemi kullanmaktadır.

8 kanallı kartuşlar: Başka bir teyp tipi de 8 kanallı kartuştur. 1965'te ilk kez A.B.D 'nde Lear Jet şirketi tarafından piyasaya çıkarılan bu teyp, özellikle arabalarda kullanma amacıyla düzenlenmiştir. Teypte, standart 6,25 mm'lik bant kullanılır, hızı da 9,5 mm/san'dir. İki makara yerine bant tek makaraya sarıldığından, kesintisiz çalma olanağı elde edilir. Önemli bir özelliği de, 8 kanalın da kullanılabilmesidir. Dışardan kumanda edilmezse aygıt, otomatik olarak art arda dört program çalabilir. Sistem 4 kanallı kuadrofoniye de ayarlanabilir. Bu durumda, program sayısı 4'ten 2'ye indirilir ve araca 4 hoparlör yerleştirilir.

THOMSON, SİR JOSEPH JOHN (1856-1940)

ELEKTRON'u bulan J.J. Thomson, Cheetham Hill'de (Manchester, İngiltere) doğdu. 1876'da Cambridge Trinity College'den bir burs kazandı ve ömrünün sonuna kadar orada çalıştı. İlk araştırmalarını James Clerk MAXWELL'in elektromagnetizma alanındaki çalışmalarından esinlenerek yaptı.

Elektrik konusundaki kuramsal araştırmaları nedeniyle, 28 yaşında Cavendish Denel Fizik profesörlüğüne getirilen J.J. Thomson, elektrik deşarjının gazlar üstündeki etkisi ve katot ışınları konularında çalışmaya başladı. Bunların, magnetik alanda sapmaları nedeniyle tanecik olduklarına karar verdi. 1896'da X ışınlarının bulunması, Thomson'un bir süre yalnızca bu konuyla ilgilenmesine yolaçtı: İyonlaşma olayını ortaya çıkaran yasaları açıkladı. Sonra yeniden katot ışını taneciklerini (elektronları) araştırmaya yöneldi. 1897'de katot ışınının bir elektrik alanında sapmasını inceleyerek, taneciklerin eksi yüklü olduklarını belirledi. Bir katot ışınının eşit sapmalar vermesini sağlayan elektriksel ve magnetik alanların şiddetini ölçerek, elektron kütlesi ile yük arasındaki oranı hesapladı.

Aynı kütle-yük oranlı benzer tanecikler, moröte-

J.J. Thomson (resmin solunda), atom çekirdeğini bulan Rutherford'la.

sine tutulan metaller ve akkor derecede ısıtılan karbon tarafından da salınıyordu. Morötesi ışık altında «fotoelektrik» deşarj olayıyla yük ölçülebiliyordu Böylece, elektron kütlesinin, en hafif atomlardan bin kez daha hafif olduğu ortaya çıktı. Katot ışını tanecikleri hep aynı özellikleri gösterdikleri için, Thomson bunların, maddelerin yapı taşları olduklarını ve artı elektrikli küre içinde, belirli bir biçim ve sayıda dizilerek, elementlerin kimyasal özelliklerini belirlediklerini öne sürdü. Katot ışınları konusundaki araştırmaları nedeniyle, 1906'da Nobel fizik ödülünü kazandı.

Thomson'un atom modeli, sonradan Rutherford tarafından değiştirilmesine karşılık, atom numarası kavramının (elementin özelliği, bir nötr atomun elektron sayısı) temelini oluşturmuştur. Thomson, iyonlaşma konusunda araştırma yaparken, katot ışınlarını tamamlayan artı ışınlarla da ilgilenmiş (bunlar, magnetik ve elektrik alanda, biçimi kaynaklandıkları elementin atom ağırlığına bağlı paraboller oluşturmaktaydı), böylece 1913'te, neonun «İZOTOP» adı verilen, yalnızca ağırlıkları farklı iki türü olduğunu bulmuştur.

THOMSON, WİLLİAM Bk. KELVİN, LORD

TIRAŞ MAKİNASI, ELEKTRİKLİ

İlk kez 1929 yılında ortaya çıkarılan elektrikli tıraş makinası, zamanla geliştirilerek başlıca iki tipe ayrılmıştır: *Titreşimli tip; döner tip.* Bu iki tip makina, adlarını, kesici başların hareketinden alırlar.

Tıraşla ilgili sorunların kavranabilmesi için, önce kıl ve deriye ilişkin bazı özelliklerin bilinmesi gerekir. Derindeki bir kökten uzayan her kıl, deri yüzeyindeki bir delikten dışarı çıkar. Kıl, köke oldukça sıkı biçimde bağlıdır ve deri içeri doğru basılırsa, kıl ileri çıkar. Kıllar deriye göre belli bir açıyla dışarı çıkarlar. Yüzün değişik bölgelerindeki kılların çıkış yönleri farklıdır. Derinin esnek olması önemlidir: Deri parmaklarla gerildiği zaman, kıllar kalkar. Bu özellik, tıraş makinasının içine kılların bükülmeden girebilmesini sağlar. Normal bir erişkin erkeğin yüzünde ortalama 14 000 kıl vardır. Bunların kalınlığı, 0,12 mm ile 0.22 mm arasında değişir.

Bıçaklar: Bıçak kafaları iki temel parçadan oluşur: Deriyi koruyan ve kılları içeri alan dıştaki delikli

Titreşimli tıraş makinasının bıçak kafası (üstteki resim) ve motoru (alttaki resim). Bıçaklar bir delikli metal tabaka arasında ileri-geri salınırlar. Motor, alternatif akımla çalışır. Alttaki resimde, yaylı armatür açıkça görülmektedir.

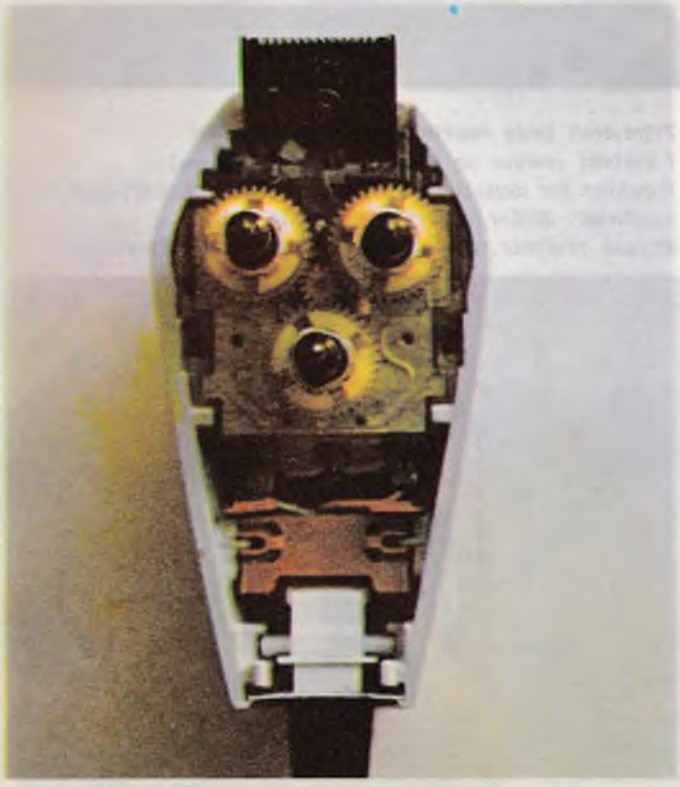
koruyucu; bu koruyucunun içine giren kılları kesen bir bıçak.

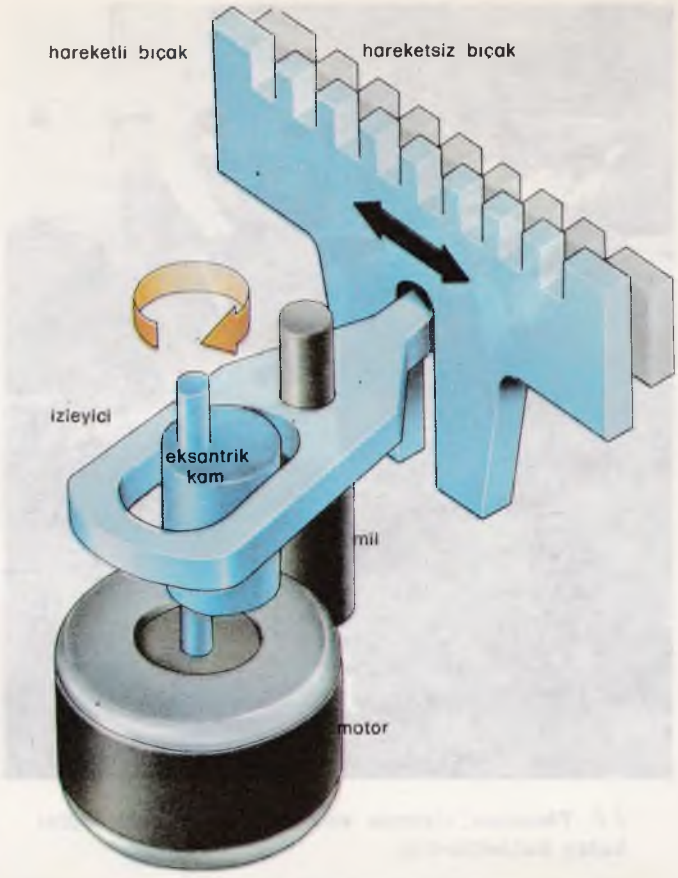
Tıraşın amacı kılları olabildiğince dipten kesmek olduğundan, koruyucular ince yapılır. Bununla birlikte, koruyucunun gerçek kalınlığı büyük önem taşır. Çok ince koruyucular, derinin bıçak tarafından tahriş edilmesine yolaçabilir. Modern tıraş makinalarındaki delikli koruyucuların kalınlıkları, 0,05 mm-0,064 mm arasında değişir.

Titreşimli bıçaklı makinalarda, koruyucu bölüm, yaklaşık 0,5 mm çapında deliklerden oluşur. Bıçaklar da koruyucuya dik açıyla yerleştirilir. İleri-geri hareket eden bu bıçaklar, deliklere giren kılları keserler.

Döner makinanın favori bıçağı. (sağdaki çizim) Hareketli bıçaklar, hareketsiz bıçağın tam arkasında ileri-geri oynarlar. Bu bıçak, motor şaftına bağlanmış bir kam ve bir izleyiciyle çalıştırılır.

Sağdaki resimde, bir döner bıçak (resmin üstünde) ve koruyucu (resmin altında) görülmektedir. Altı kesiciden oluşan bıçak, makina çalıştığı zaman, koruyucunun altında değişmez bir hızla döner. Üç bıçak kafalı döner tıraş makinası. (altta)





Döner bıçak kafaları, 19 mm çapında, daire biçiminde dizilmiş, yaklaşık 0,28 mm genişliğinde bir dizi delikten oluşur. Bıçaklar koruyucu bölümün içindedirler ve deliklerden içeri giren kılları keserler. Değişmez hızda dönen bir kesici, altı ya da daha çok sayıda bıçağın birleştirilmesiyle oluşturulur.

İki tür makinada da, tıraş sırasında, her kılın altındaki deri, koruyucu bölüm tarafından bastırılır. Böylece, kıl yukarı kalkıp dipten kesilir. Deri eski durumuna geldiğinde, kesilmiş kıl, yüzeyin altında kalır.

Motor: Döner tip makinalarda genellikle, seri sargılı ELEKTRİK MOTORU kullanılır. Bu motor, yüksek başlangıç momenti ve yüksek çalışma hızı (yaklaşık 16 000 dev/dak) nedeniyle, tıraş makinalarına çok elverişlidir. Motor, hem doğru, hem de alternatif akımla çalışır. İki stator bobini ve bir değiştirme anahtarıyla, farklı gerilimlerden yararlanılabilir. Bıçaklar, kesme hızlarını yaklaşık 5 000 dev/dakikaya indirme amacıyla, küçük bir dişli çarkla çalıştırılır. Böylece, bıçakların gücü de artırılmış olur. Genellikle bir motor, iki ya da daha çok sayıda bıçak kafası çalıştırır.

Titreşimli bıçak kafaları, bir stator bobininin iki kolu arasına yerleştirilmiş, yaylı ve dirsekli bir armatürü olan, özel olarak yapılmış bir motor tarafından çalıştırılır. Armatürün statordan en uzak ucu, bıçakların yerleştirildiği kesici bölüme bağlıdır. Stator bobinine alternatif akım verildiğinde, armatür

ileri-geri salınıma başlar.

Hareket eden parçalar, gerilim kaynağının iki katı olan normal motor frekansında (Bk. REZONANS) çalışacak biçimde yapılmıştır. Hem koruyucu, hem de bıçaklar, yaylar üstüne yerleştirilmiştir. Böylece, bıçaklar arasında ve koruyucunun iç bölümünde iyi temas sağlanmış olur. Bazı titreşimli bıçaklı tıraş makinalarında, döner motor kullanılır. Bu durumda ileri-geri hareket, bir izleyici ile bir KAM tarafından sağlanır.

Genellikle «kordonsuz makinalar» diye nitelenen pilli tıraş makinalarında, döner makinaların motoruna benzeyen bir motor vardır. Ancak bunlarda, stator bobinleri yerine, bir kalıcı mıknatıs bulunur. Bu tür tıraş makinalarının bataryaları yeniden şarj edilebilir.

Titreşimli bıçak kafaları, yaklaşık 1,5 mm'den uzun kılları kolayca içeri çekemez. Bu yüzden, bu tür tıraş makinaları, bıçağın bir yanına yerleştirilmiş bir kırpma aracıyla (favori bıçağı) donatılır. Favori bıçağı, armatüre bağlı bir kanca tarafından çalıştırılır. Döner bıçaklarla daha uzun kıllar kesilebilir. Ama bu tür makinalar da genellikle, bıyıklar ve sakallar için «favori bıçakları»yla donatılır.

TİFDRUK BASKI

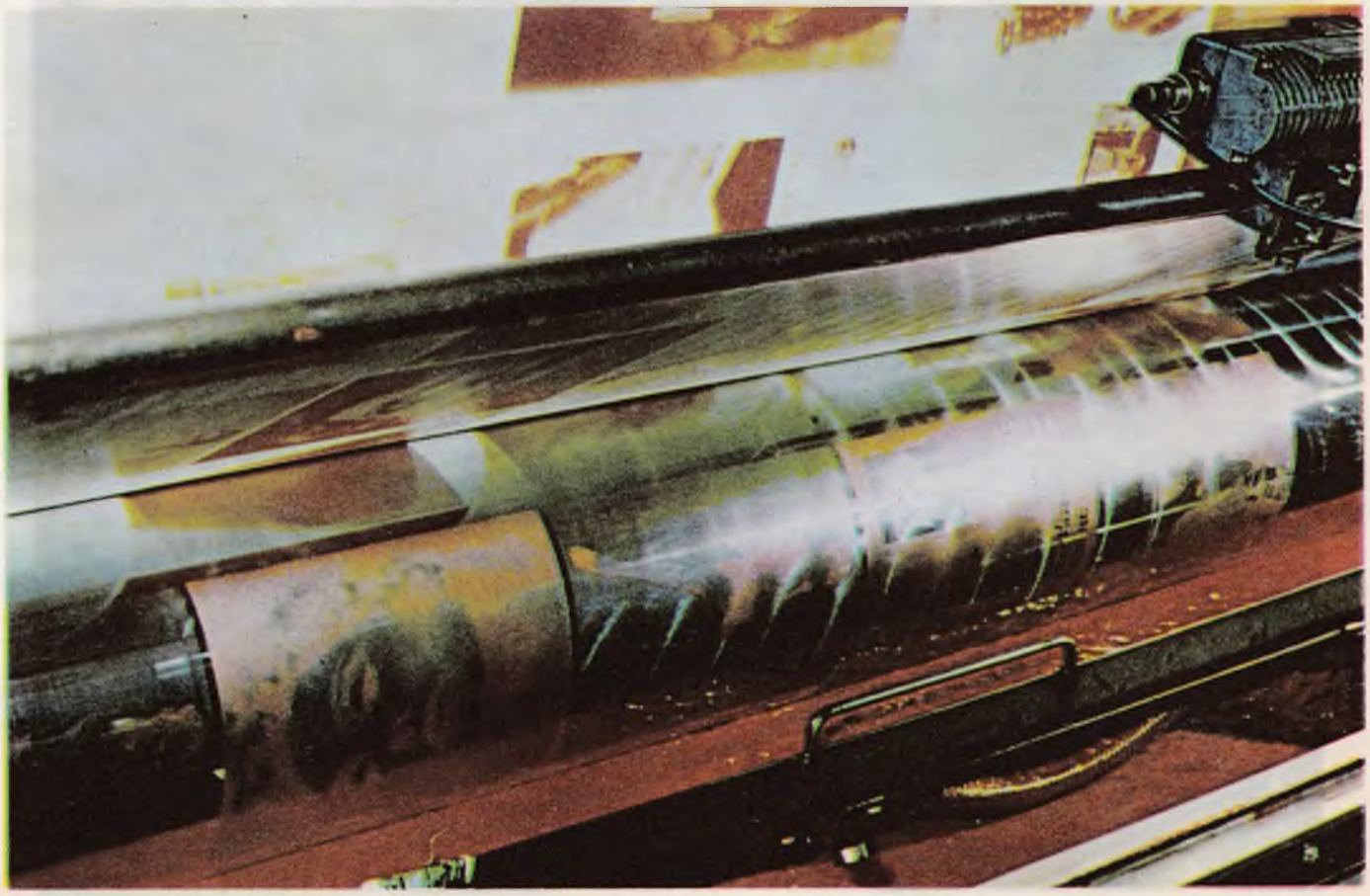
En önemli baskı yöntemlerinden biri olan tifdruk baskı, gazetelerden, güzel sanatlara kadar birçok alanda başarıyla kullanılmaktadır. Ama en yaygın uygulama alanı, dergi ve paket kağıtlarının basımıdır. Ayrıca, çeşitli duvar kağıtları, posta ve damga pulları ile röprodüksiyon basımı gibi alanlarda da kullanılır.

TİPO BASKI'da kağıda mürekkep, kabartma kalıpla sürülür. LİTOGRAFİ'deyse baskı yüzeyi düzdür. Görüntünün çıkacağı yerde suyu iten bir mürekkep, görüntü çıkmayacak yerlerde de baskı mürekkebini iten su tabakası bulunur. Tifdruk, bir tür oyma işlemidir. Mürekkep, baskı kalıbına oyulmuş çok küçük *hücre*lerden kağıda aktarılır.

Hücrelerin derinliği (bazı işlemlerde kesiti de) değiştirilebildiği için, farklı noktalara iletilen mürekkep miktarı ayarlanabilir. Böylece, tek renkli posta pullarında görülen ton değişiklikleri elde edilir. Tifdruk baskı hücresinin derinliği, açık renkli yerlerdeki 0,001 mm ile koyu renkli bölgelerdeki 0,4 mm arasında değişir.

Hücrenin yapısı: Hücre yapısının, yüzeyin hazırlanışına bağlı olan başlıca üç türü vardır. Yüzeyi hazırlama yöntemleri, *geleneksel tifdruk*, *ters yarımton* ve *elektromekanik tifdruk* olarak ayrılır. Geleneksel tifdruk yönteminde görüntü, alanları eşit, derinlikleri farklı olan çok küçük hücrelerle oluşturulur. Ters

Uzun ömürlü olması için krom kaplanmış baskı silindirinin mürekkeplenmesi. (altta) Daha sonra silindir bir bıçakla kazınarak, yalnızca hücrelerin içinde mürekkep kalması sağlanır.



TİFDRUK BASKI

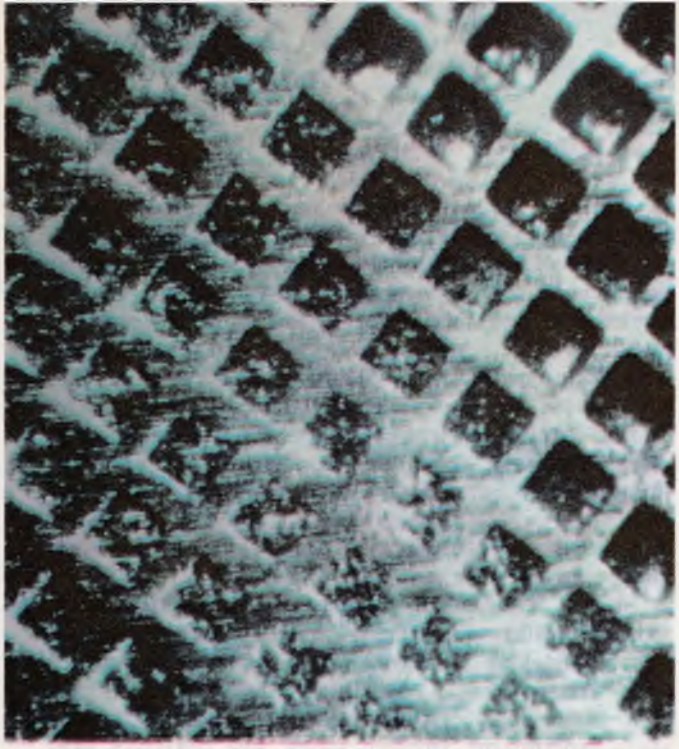
yarımton yönteminde hücrelerin alanları farklıdır. Derinlikleriyse, farklı ya da eşit olabilir. Bu yöntem, özellikle renkli röprodüksiyonlarda olumlu sonuç verir. Elektromekanik tifdruk yöntemindeyse, baskısı yapılacak örneği tarayan kafadan gelen sinyaller, elmas iğneli oyma kafasının hareketini yönetir. Oyma kafası, derinlikleri ve yüzeyleri farklı, ters piramit biçiminde hücreler açar.

Silindirin hazırlanması: Tifdruk baskı kalıpları, iyice parlatılmış bakırdan yapılır. Bakır tabakası, çelik silindirlere ELEKTROLİZ'le kaplanır. Uzun süre dayanması istenen silindirlerde, aşınmayı önlemek için, silindir ayrıca krom tabakasıyla kaplanır. Basılacak örneğin önce fotoğrafı çekilir. Renkli RÖPRODÜKSİYON'larda, farklı renkte üç filtreyle resim çekilir.

Silindirin ya da levhanın üstünde görüntü oluşturmak için, resmin ve yazının negatifi değil, pozitifi kullanılır. Bu amaçla, boya ve jelatin karışımıyla kaplanmış, ışığa duyarlı bir kağıt türü olan karbon kağıdı kullanılır. Baskı yüzeyini küçük hücrelere bölmek için karbonun üstü, çevresi belirgin çizgilerle kaplı çok küçük mat karelerden oluşan tifdruk ekranla kaplanır ve vakumda ışıklandırılır. Ekranın üstünde normal olarak santimetrede 60 çizgi (santimetrekarede 3 600 hücre) bulunur. Çizgi sayısı, santimetrede 160 çizgiye kadar artırılabilir. Hücrelerin sınırlarını bu ince çizgiler belirler. Pozitifler bir cam levha üstüne yerleştirilip, karbonla birlikte ışığa tutulur. Açık renkli yerlerden ışık kolayca geçip, karbon üstündeki jelatini sertleştirir. Koyu yerlerden ışık çok az geçtiğinden, jelatin sertleşmez. Sınır çizgilerine raslayan bölgeyse, en sert bölge olarak kalır.

Karbon, artık, silindire takılmaya hazırdır. Arka yüzündeki kağıt çıkarılır ve silindir ılık suda bekletilerek, çözünen (sertleşmemiş) jelatinin çıkıp, sertleşmiş jelatinin yerinde kalması sağlanır. Bu işlemi, kurutma ve gerekli yerleri asitten koruyucu vernikle kaplama aşamaları izler. Çözücü olarak demir klorür

Basılacak sayfanın örneği olan renkli kopyanın denetlenmesi. (altta) Yeterince derin açılmamış hücrelerden gelen beyazımsı izler gibi hatalar bulunduğu zaman, hücreler, özel bir aygıtla derinleştirilir.

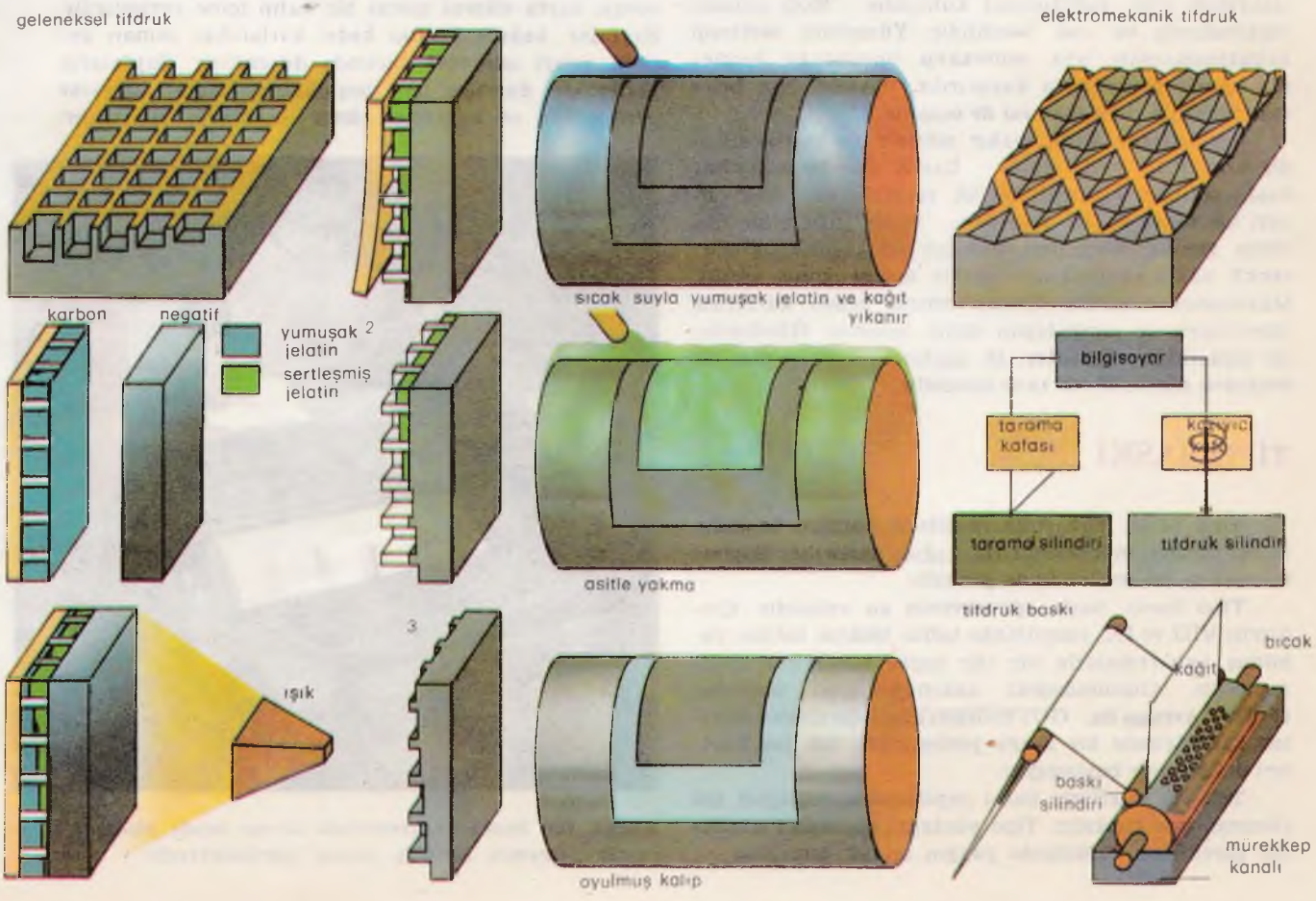


Hücreleri ayrıntılı olarak gösteren bir mikrofoto. (üstte solda) Resimdeki renklerin koyu ve açık oluşuna göre, hücrelerin derinliği değişir.

Bakır kaplı baskı silindiri, asit banyosunda yavaş yavaş döner. (üstte sağda) Uygun derinlikteki hücrelerin bütün renk tonlarını yansıtabilmeleri için, işlem dikkatle denetlenir.

Geleneksel tifdruk. (altta solda) Pozitif fotoğraf karbona geçirilir ve ışık, jelatini uygun ölçüde sertleştirir. Görüntü, jelatindeki delikler aracılığıyla asitle yakılarak oyulur.

Elektromekanik tifdruk. (altta sağda) Görüntüyü tarama silindiri denetler. Oyma kafasıyla birlikte hareket eden tarama kafasınaysa, aynı sinyalle kumanda edilir.



kullanılır. Bu madde, jelatin tabakasının ince olduğu bölgeleri hızla, jelatinin kalın olduğu bölgeleri de daha geç etkiler. Banyo süresi 10-20 dakika arasında değişir. Banyo sırasında çeşitli etmenlerin denetlenmesi gerekir. Bunların en önemlileri arasında, çözeltinin yoğunluğu ve sıcaklığı sayılabilir. Banyo tamamlandıktan sonra, kalan jelatin çıkarılır, silindir ya da levha yıkanır ve kurutulur. Levha ilk örneği basmaya hazırdır. Gerekirse bazı düzeltmeler, sözgelimi hücrelerin derinliğinde bazı değişiklikler, sonradan elle yapılabilir.

Tifdruk baskı: Silindir, baskı makinasına takılır. Tek sayfalar halinde baskı yapan makinalar, yüksek nitelikli, renkli baskılarda kullanılır. Rotatiflerdeyse bobin kağıt kullanılır. Nitelikli, renkli baskılarda yararlanılan bu makinalar, en çok dergi ve renkli katalog baskıları ile pul basımında ve ambalaj malzemesi baskılarında uygulama alanı bulur.

Sayfalı baskı makinalarında mürekkep, levhayı mürekkebe bulayan bir makarayla iletilir. Rotatiflerdeyse, silindir, mürekkep haznesi içinde döner. İki durumda da mürekkep, levha üstünden çelik bir bıçakla sıyrılır. Mürekkebin hücrelere kolayca dolup boşalması gerektiğinden, tifdruk mürekkepleri, kitap baskısında kullanılanlardan daha akıcıdır ve boya, reçine, çözücü karışımından yapılmıştır. Baskıdan sonra çözücü uçar, geriye katı mürekkep tabakası kalır. Bazı tifdruk sistemlerinde, çözücünün uçmasını kolaylaştırmak için, kurutucular kullanılır. Hızlı çalışan makinalarda bu çok önemlidir. Yüzeyinin sertleşip kabuklaşmaması için, mürekkep, bulunduğu haznenin içinde pompalarla karıştırılır. Böylece, bazı boya maddelerinin dibe çökmesi de önlenir.

Rotatiflerde kağıt, bakır silindir ile lastik silindir arasından hızla geçer. Lastik silindirin üstüne baskı silindiri bastırır. Büyük rotatiflerde, her biri ayrı bir rengi basan, yan yana yerleştirilmiş bir dizi birim yeralır. Sözgelimi, kağıdın iki yüzüne de dört renkli baskı yapmak için, sekiz birime gerek vardır. Makinanın sonunda, basılan örneği kesen, katlayan, düzenleyen ve zımbalayan birim bulunur. Günümüzde kullanılan rotatifler, 48 sayfalık, dört renkli bir dergiden saatte 55 000 tane basabilir.

TİPO BASKI

Tipo baskı, kabartma şekillerle yapılan baskıdır. Baskı yüzeyi mürekkeplenip, kağıda bastırılır. Böylece mürekkep, basınçla kağıda geçirilir.

Tipo baskı, baskı işlemlerinin en eskisidir. Çinlilerin VIII. ve IX. yüzyıllarda tahta bloklar üstüne yapılmış kabartmalarla bir tür baskı yaptıkları bilinmektedir. Günümüzdeki anlamıyla tipo baskıysa, 1450'de Avrupa'da, GUTENBERG'in, sözcükleri oluşturacak biçimde bir araya yerleştirilen tek tek harfleri dökmesiyle başlamıştır.

Tek tek harflerle baskı yapılmasını sağlayan tek yöntem, tipo baskıdır. Tipo yöntemi, sonradan düzeltme gerektiren baskılarda yaygın olarak kullanılır.

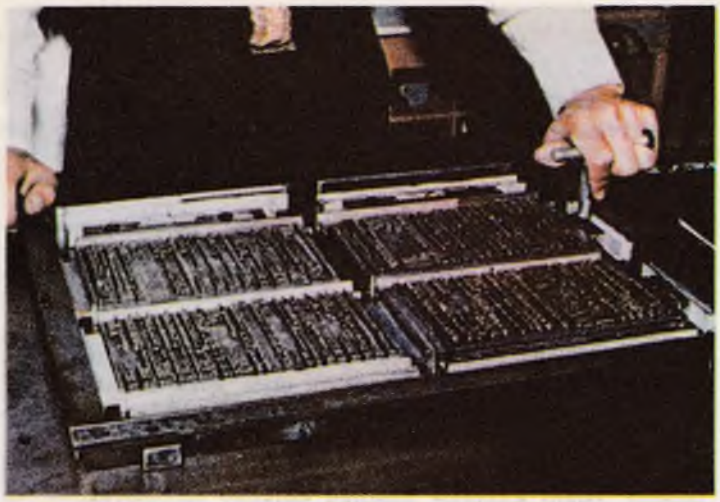
Harfler: Tipo baskıda baskı yüzeyi, ya yalnızca harflerden ya da resimleri gösteren fotogravür klişelerinden oluşur. Klişelerle şekiller, ya çizgiler halinde ya da *yarımton* (ton farkları ortaya çıkaran, değişik büyüklükte noktacıklardan oluşan resim) yöntemiyle basılır. Yaklaşık birkaç bin harf karakteri vardır; ama bunun yalnızca bir düzine kadarı kullanılır. Her harf ailesi, ya dik yerleştirilmiş ya da yana yatık *(italik)* harfler içerir. Baskının rengi, koyu ya da açık olarak ayarlanır (bu özellik, harflerin ince ya da kalın çizgilerle yazılmasıyla sağlanır). Harfler, farklı büyüklükte *(punto)* yapılır; kurşun, kalay ve antimondan dökülür. Kullanılan alaşımın oranları, döküm yöntemine göre değişir.

Dizgi: Tipo baskıların çoğunda dizgi elle yapılır. Mürettip (dizgi operatörü) gerekli harfleri seçer ve uygun boşluklar bırakarak *kumpas* üstüne yerleştirir. Satır tamamlanınca, «*gal*» adı verilen düz metal tablaya yerleştirilir. Böylece, satırlar alt alta dizilerek sayfa tamamlanır. Bundan sonra, iple bağlanan sayfa, baskıya verilir.

Kitap, dergi ve gazete basımında, elle yapılan dizgi çok yavaş ve pahalı olduğundan, mekanik dizgi yöntemleri kullanılır. Tam satırlar hazırlayan *linotip* ve *entertip* sistemleri, gazete baskısında çok yaygındır. Tek harflerden oluşan *monotip* sistemiyse, nitelikli kitap basımına elverişlidir.

Sayfalar üstünde gerekli düzeltmeler yapıldıktan sonra, sayfa düzeni metal bir kalıp içine yerleştirilir. Sayfalar, kağıda basılıp kağıt katlandığı zaman gerekli sırayı izleyecek biçimde düzenlenir. Sayfaların yerlerinde durması için boşluklara metal parçalar yerleştirilir ve bunların tümü anahtarla sıkıştırılır.

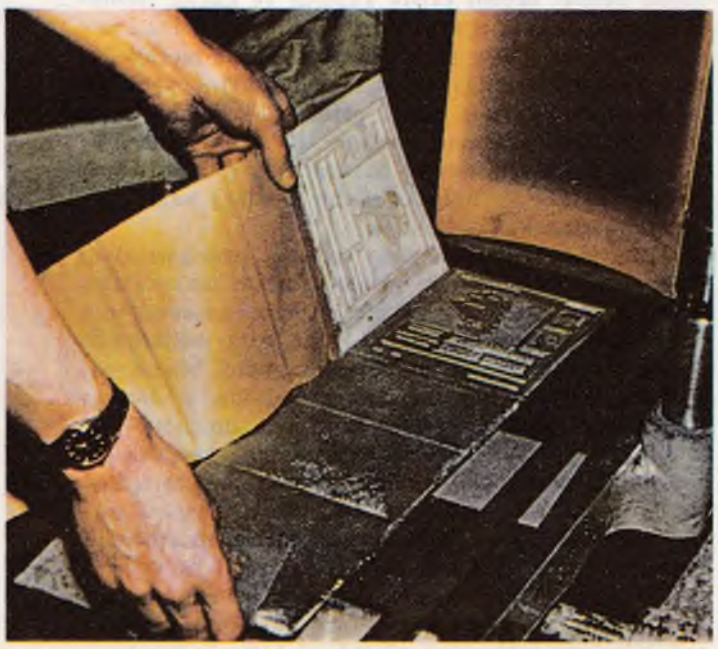
Küçük bir baskı makinasında prova baskı alınması (üstte). Resmin altında forma görülmektedir.



Gerekli düzeltiler yapıldıktan sonra sayfalar, basılan örnek katlandıktan sonra istenilen sırayı alacak biçimde dizilir. (üstte)

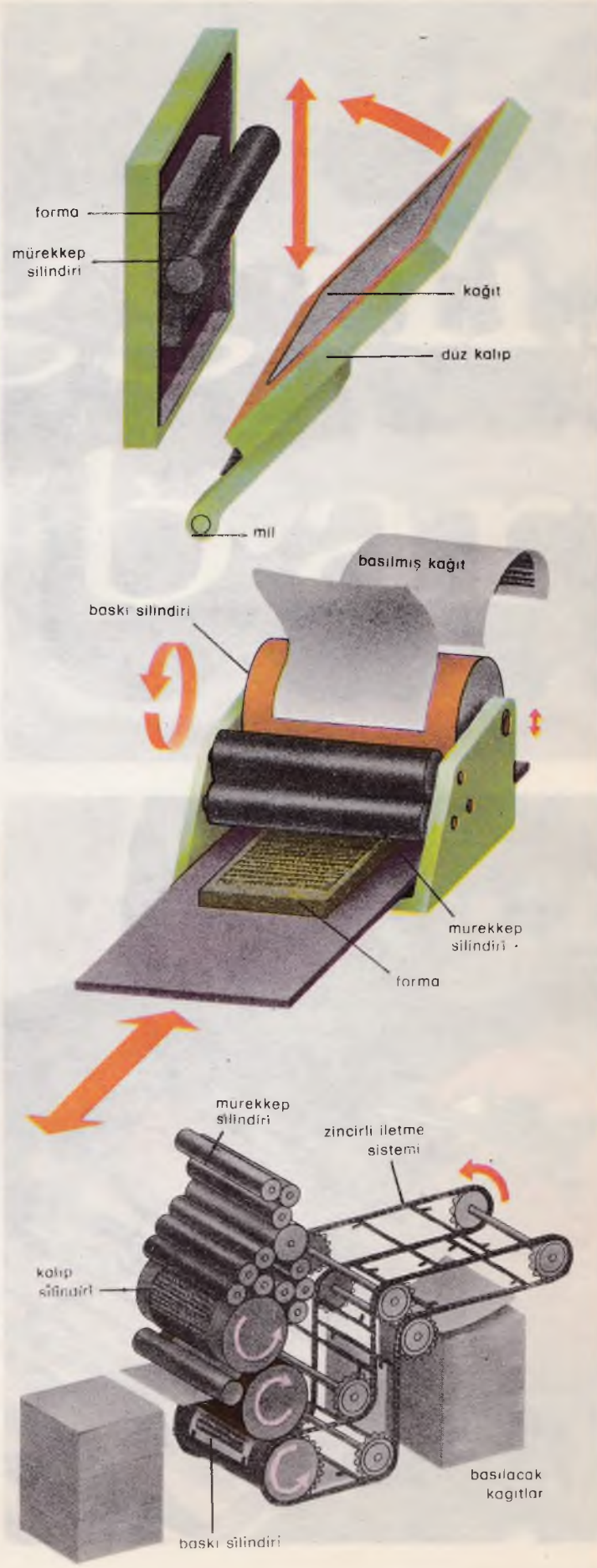
Tipo baskıda uygulanan yöntemler. (sağda) Baskı kapaklı makinada (resmin üstünde) forma dikey tutulur ve kapak kapanınca kağıt bastırılır. Düz kalıplı makinalarda (resmin ortasında) forma mürekkeplenir ve baskı silindirinin altından geçerken araya kağıt sürülür. En hızlı baskı yönteminde (resmin altında) rotatif kullanılır. Baskı tabakası silindirin çevresine sarılıdır.

Düz metal stereotip ile yüzeyi kaplı kağıt. (altta)



Böylece, «*forma*» adı verilen, basılmaya hazır sayfa düzeni ortaya çıkar.

Fotogravür: Basılması gereken resimler, ayrı plakalar üstüne ya tire klişe (yalnızca çizgilerden oluşan resim, plan, vb. klişesi) ya da yarımton klişesi halinde hazırlandıktan sonra, kalıba yerleştirilerek sıkıştırılır.



Modern siyah-beyaz ve renkli tipo baskıda kullanılan Nyloprint fotopolimer baskı plakası. (solda üstte)

El dizgisi. (solda altta) Mürettip, önünde duran yazı örneğine göre, kasadan gerekli harf ya da işareti, uygun kumpaslarla birlikte alıp satırı oluşturur.

Tire klişeler çinko ya da magnezyumdan yapılır. Klişelerin hazırlanmasında metal, önce ışığa duyarlı bir maddeyle (genellikle polivinil alkol ve dikromat tuzu karışımıyla) kaplanır. Kaplanan tabaka kuruyunca, fotoğraf negatifinden geçirilen kuvvetli ışığa tutulur. Işığın kuvvetle düştüğü bölgeler sertleşerek, daha güç çözünecek hale gelir. Kısa bir ısıtma işleminden sonra, bu bölgeler aside dayanıklı olur. Plakalar aside daldırılınca, üstünde görüntü bulunmayan bölgeler eriyerek çıkar; sertleşmiş bölgelerse olduğu gibi kalarak, görüntüyü oluşturur. Yarımton klişeleri de aynı yöntemle, çinko ya da bakır üstüne işlenir. Bu yöntemde negatif, belirli ölçüde perdelenerek, plakaların üstünde, büyüklüğü değişen yarımton noktaları oluşturulur ve böylece son baskıda, ton farkları elde edilir.

Baskı işlemi: En yalın ve küçük tipo baskı makinası, *baskı kapaklı* makinadır. Makinanın içinde dik olarak duran forma, üstteki tamburdan mürekkep alan silindirlerle mürekkeplenir. Kağıt, formanın karşısına geldiği zaman kapak kapanır ve kağıdı formaya bastırır. Kağıt, makinalara, ya elle ya da otomatik olarak verilir. Basıncın bütün yüzeye eşit olarak dağılması gerektiğinden, bu sistemle yapılan baskı boyutları 46×61 cm'den büyük olamaz. Baskı hızı, saatte 1 800-5 000 arasında değişir. Çok yönlü olan bu yöntem, yalın tek renkli baskılardan, düzgün çok renklilere, ince kağıtlardan, kalın kartlara kadar, çeşitli amaçlarla kullanılır.

Düz kalıplı makinalarda forma, ileri-geri gidip gelen bir yatak üstünde yeralır. Forma, makaraların altından geçerken mürekkeplenir. Aynı zamanda baskı silindirine kağıt sürülür ve kağıt, baskı bölmesinde formaya bastırılır. Bu makinalarda daha büyük boyutta baskılar yapılabilir. Ancak, yatağın ve formanın eylemsizliği yüzünden baskı hızı sınırlıdır.

Büyük boyutlu ve hızlı baskı yapma gereksinimi, rotatif ilkesinin, öteki türlere yeğlenmesine yolaçmıştır. Bu makinalar, tek doğrultuda sürekli hareket sağladıklarından, daha verimlidirler. Ancak rotatiflerde, öteki makinalardaki gibi düz formalardan baskı yapma olanağı yoktur; baskı tabakasının bir silindir çevresine sarılması gerekir. Bu amaçla, silindire sarılarak klipslerle tutturulan plastik plakalar kullanılır.

TİRİSTÖR YA DA TRİSTOR

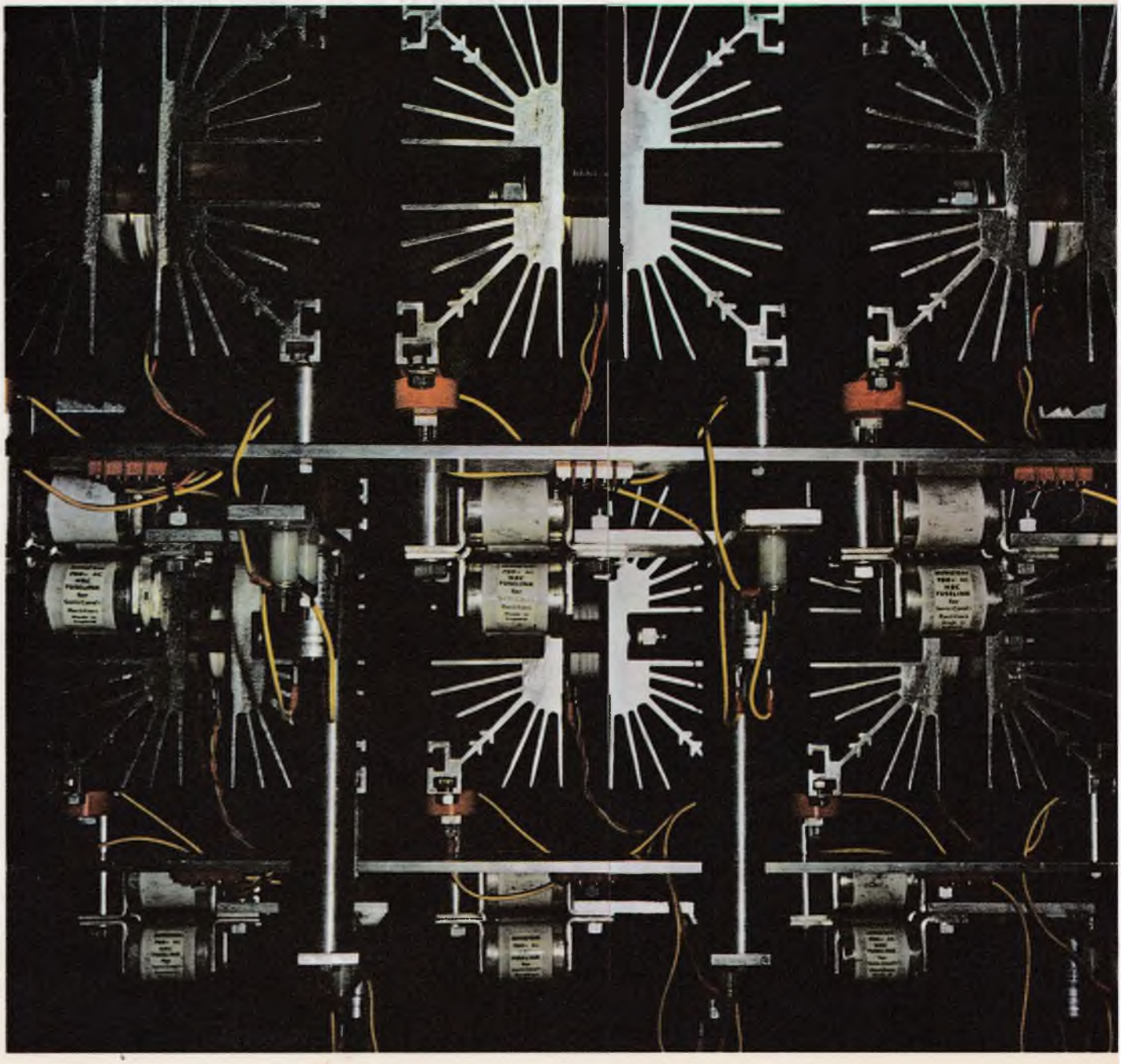
Tiristör (tristor ya da tayristor), elektrik akımını bir yönde iletip öteki yönde geçirmeyen bir çeşit diyottur. Genellikle «*silikon denetimli doğrultucu*» di-

ye tanımlanır ve elektron bakımından zengin n tipi YARİİLETKEN'ler ile içinde elektron boşlukları bulunan p tipi yarıiletkenlerin p-n-p-n düzeniyle sıralanmasından oluşur. Aygıtın üç ucu vardır: p tipi dış tabaka *anot*, n tipi dış tabaka *katot*, içteki p tipi tabaka da *geçit* görevini üstlenir.

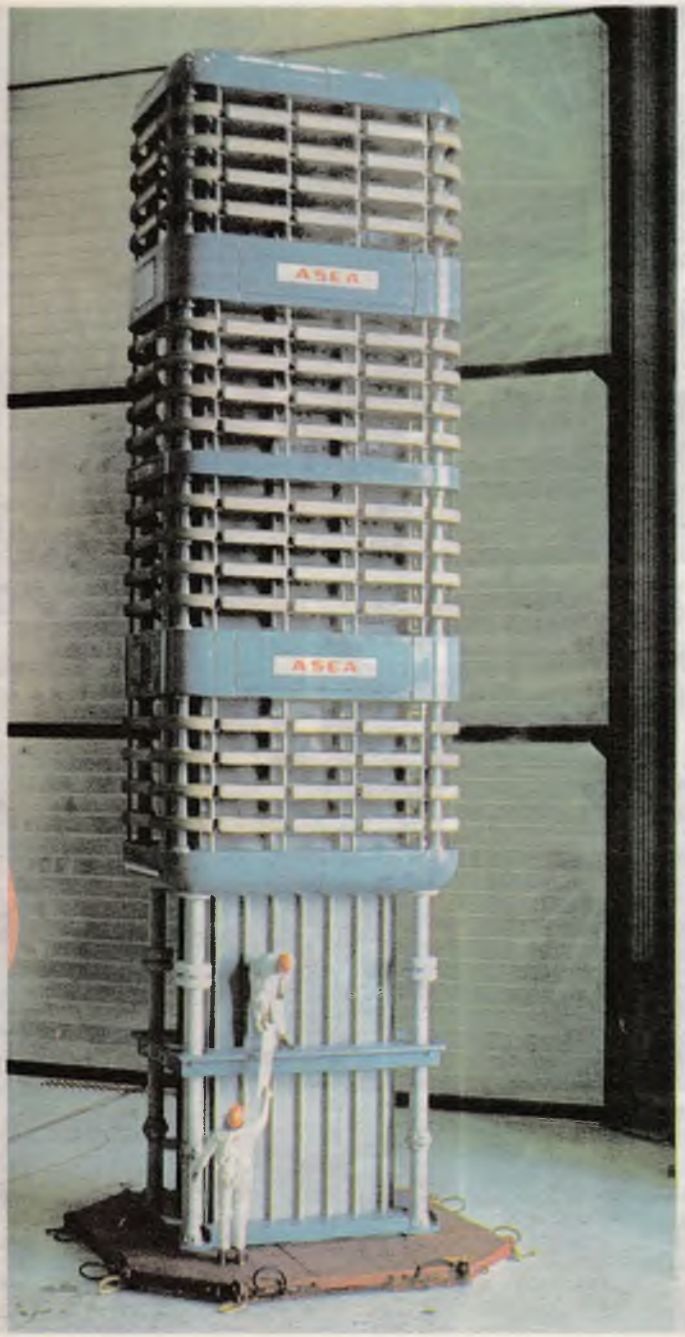
Çalışması: Katoda artı gerilim, anoda da eksi gerilim uygulanırsa, tiristör «*ters tetiklenmiş*» («*ters bias*' lanmış») diye nitelenir. Bu haliyle tiristör elektrik akımını iletmez. Söz konusu gerilim uygulaması tersine çevrilince, tiristöre «*düz tetiklenmiş*» denir. Bu durumda tiristör gene elektrik akımını iletmez (diyoda benzemeyen özellik). Tiristörü iletken duruma sokmak için, geçide, katoda göre artı gerilim uygulanması gerekir. Tiristör ancak o zaman, devreyi kapatır ve diyotta olduğu gibi akım iletir.

Tiristörün devreyi kapaması sağlanınca, geçit gerilimi kesilir. Aygıt, anottan katoda doğru akım iletimini sürdürür. Tiristörler, bir mikrosaniyeden daha

Tiristör ve diyotlarla donatılmış bir güç denetim birimi. (altta) Radyal kanatlı metal parçalar, yarıiletkenleri soğutmak için konmuştur.



Ültrasonik (sesüstü) kaynak yöntemi kullanılarak bir tiristör geçidinin takılışı. (solda üstte) Geçit kaynaklandıktan sonra tiristör, soğuk basınç kaynağıyla bir metal kılıf içine alınır. Tiristörler, özellikle alternatif akımla beslenen devrelerde güç denetimine çok elverişlidirler. Geçide küçük bir tetik gerilimi uygulandığında, akım yalnızca anottan katoda doğru akmaya başlar. Alternatif akım çevriminin artı bölümü üstünde tetik sinyalinin zamanlaması değiştirildiğinde, devreden geçen güç de değiştirilmiş olur.



Zaire'deki 500 kV ve 500 megawatt gücündeki bir santral için yapılan dev tiristör valf. (solda altta) Her ara santralda bunun gibi 12 tiristör bulunmaktadır.

---

kısa sürede devreyi kapatabilirler. Bu nedenle, çok kısa süreli bir gerilim *tetiklemesi* aygıtın çalışması için yeterlidir.

Tiristörün akım geçirmemesi iki biçimde sağlanabilir: Ya ters tetikleme uygulanır ya da içinden geçen akım şiddeti 10 miliamper kadar küçük bir değere düşürülür. Bu sınırlayıcı akıma *«sınır akımı»* adı verilir. Tiristörden geçen akım miktarı, sınır akımı değerinin altına düşürülürse, tiristör akım geçirmez; yani durur. Tiristörü durdurmak için hangi yöntem uygulanırsa uygulansın, yeniden çalıştırılmak istendiğinde, geçit devresine akım uygulanması gerekir.

Kullanım alanları: Tiristörler, anot ve katot arasında çok büyük akımları taşıyacak biçimde düzenlenebilirler. Aygıtı çalıştırmak için geçide uygulanan akım, aygıttan geçen akıma oranla çok küçük olduğundan, tiristörler yüksek akımların uygulandığı devrelerde bir katı yapılı anahtar olarak kullanılabilirler. Tiristör, ters tetiklendiği zaman akım iletmemesi özelliğinden ötürü, *alternatif akımlı* güç denetimlerinde ve *dimer*ler (ışığı azaltan düzenek) ile hız düzenleyicilerinde kullanım alanı bulmuştur. Bir alternatif akım saniyede 50 kez yön değiştirir. Alternatif çıkışlı bir güç kaynağına bir tiristör, devreye de bir yük (elektrik motoru ya da ampul gibi) bağlanırsa, bu yük üstünden geçen güç miktarı düzenlenebilir. İşlem, her alternatif akım çevriminde, tiristörün devreyi kapadığı noktayı denetlemekle sağlanır.

Alternatif akımın her salınımında tiristör, önce ters, sonra normal (ileri doğru) tetiklenir. Ters tetikleme sırasında, devredeki yüke herhangi bir güç iletilmez. Normal tetiklemedeyse, geçide uygulanan tetik sinyalinin tetikleme noktası değiştirilerek, tiristörün iletim süresi ayarlanabilir. Çevrim sırasında, tetikleme ne kadar önce yapılırsa, devredeki yüke aktarılan güç miktarı o kadar artırılır. Bunun sonucu olarak, devredeki ampulün parlak ya da sönük yanması, motorun da hızlı ya da yavaş çalışması sağlanır.

Tiristör, mekanik devre kesicilerden (anahtar) çeşitli bakımlardan üstündür: Çok hızlıdır; bakım gerektirmez; ucuzdur; iyi kullanılırsa kuramsal olarak ömrü sonsuzdur. Endüstride, güç denetimlerinde (söz-

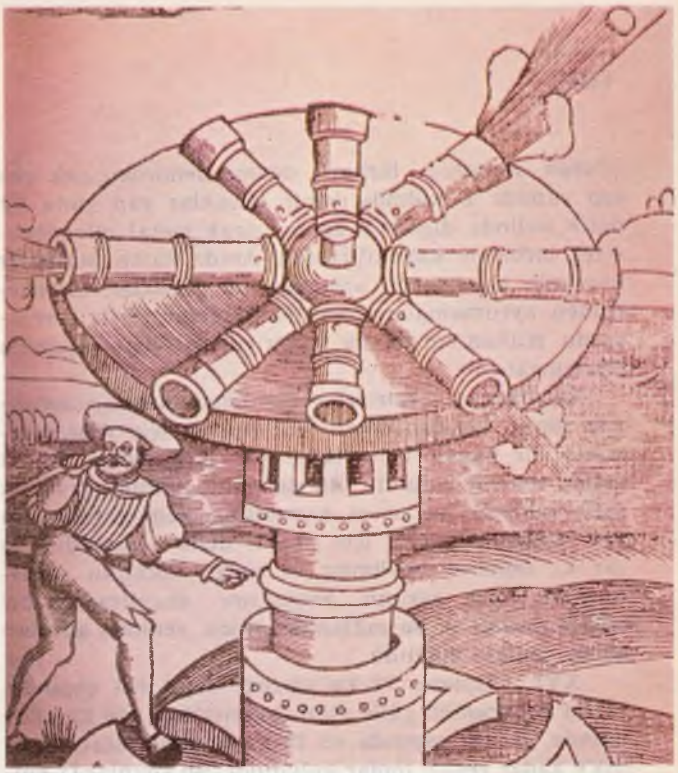
gelimi elektrikli lokomotiflerde), televizyon devrelerinde, çamaşır makinalarında, elektronik ateşlemeli arabalarda, vb. geniş ölçüde kullanılan tiristörler, özellikle çok yüksek akımlı devrelerde, devre kesici olarak iyi sonuç verirler: Mekanik kesicilerde gözlenen kıvılcım arkı bunlarda görülmez.

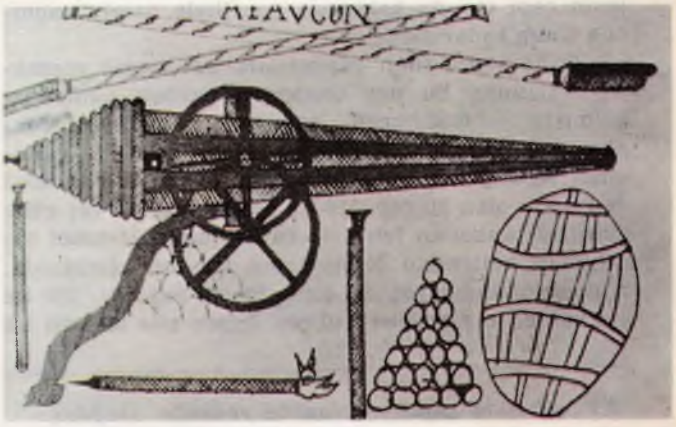
TİTRE ETME Bk. ÇÖZÜMLEME, KİMYASAL

TOP

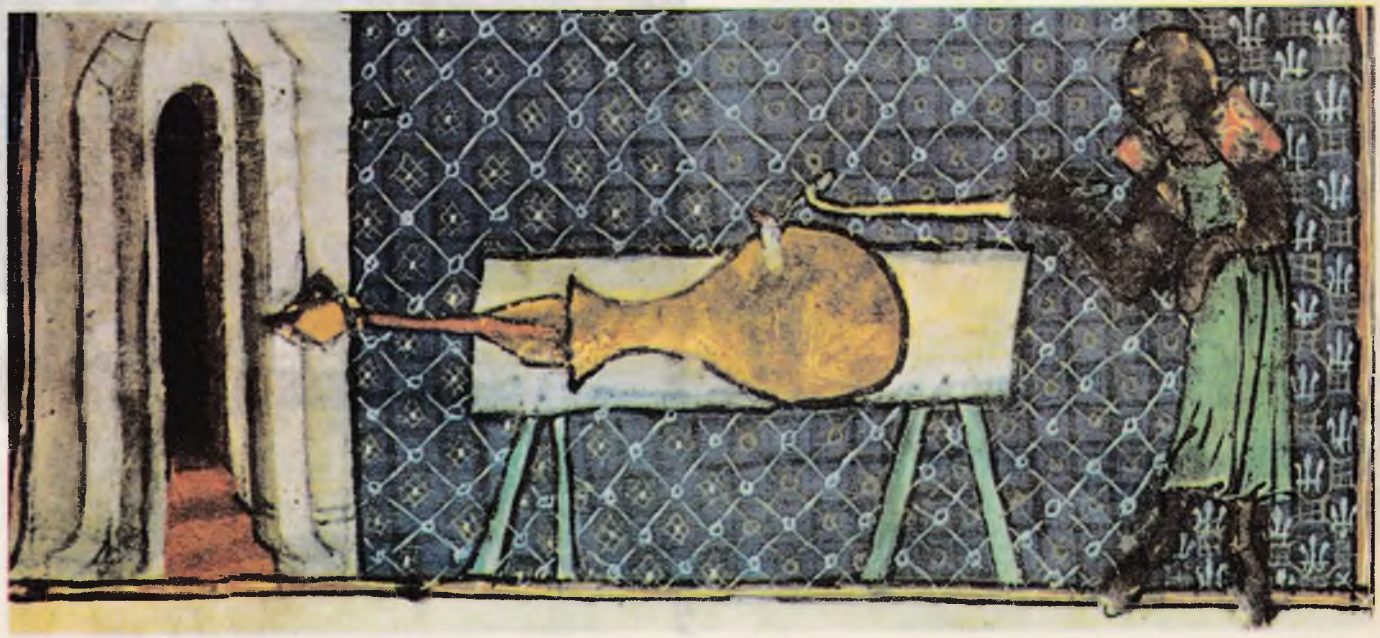
Hangi ülkede bulunduğu kesin olarak bilinmeyen barutun ortaya çıkması ile topun gelişimi arasında yakın bir bağ vardır. XIX. yüzyılın başlarında, topun, Çinliler ya da Hintliler tarafından yapıldığına inanılırdı; ama daha sonra yapılan araştırmalar, bu konudaki belgelerin yanlış yorumlandığını ortaya koymuştur.

Yapım: İlk topların, bronz ve pirinçten dökülerek yapıldıkları sanılmaktadır. Kısa bir süre sonra dövme demir silahlar ortaya çıkmıştır. Demir, döküm sırasında gevrekleştiğinden, basınç altında kolayca kırı-





Çok namlulu top. (sağda üstte) Döner tabla üstüne yerleştirilmiş sekiz namlusu olan bu top, XVI. yüzyılda, deneysel amaçlarla yapılmıştır. İlk yapılan toplara garip isimler verilmiş, daha sonra bunlar, attıkları mermilerin ağırlığına göre sınıflandırılmıştır. Resimde (sağda altta), XVI. yy'da kullanılan, «şahin» adlı topun çizimi görülmektedir. 1326 yılında yazılmış bir yapıttan alınmış bir top resmi. (altta) Ateşleme bir fitille sağlanmakta, böylece bir ok atılmaktaydı.



liyordu. Bununla birlikte, dövme demirden pek çok top yapıldı. Dökülmüş demir çubuklar yan yana bir daire halinde diziliyor, sonra, sıcak metal elle dövülerek birbirine kaynatılıyordu. Arada kalan boşluklar kurşunla kapatılıyor, ardından da çubuklar, birbirlerinden ayrılmamaları için, demir çemberlerle çevriliyordu Kullanılan teknik, aşağı yukarı «fıçı» yapımına benzemekteydi.

Çubukların birbirlerine dövülerek kaynatılmasından sonra, ağızdan dolan top yapmak için dibe, kaynakla bir kapak konuyordu. Bir süre sonra, dipten dolma sistemi bulundu. Bu sistemde, namlu arkasının üstü, güllenin ve barut haznesinin konabilmesi için açık bırakılıyor, fitil için de bir delik açılıyordu. Ne var ki, topların büyümesi ve barut hakkının çoğalmasıyla, barut gazının kaçmasını engelleyecek bir sistem arandı ve bu sağlanamayınca, yeniden ağızdan dolma toplara dönüldü.

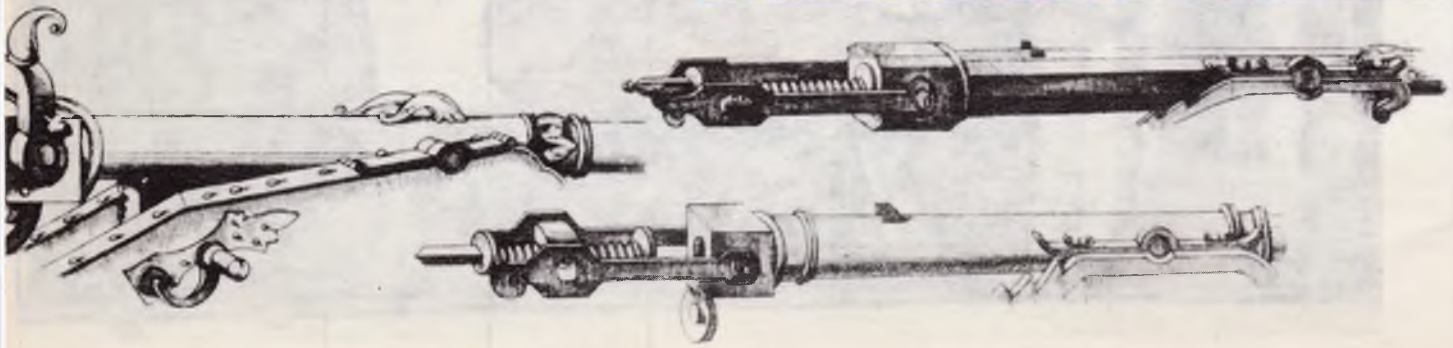
XVI. yüzyılda, 90 kg ağırlığında, 3 cm çapında, yarım kilogramlık gülle atan Robinet'den, 410 kg ağırlığında, 23 cm çapında ve 27 kg'lık gülle atan Basilisk'e kadar çeşitli toplar kullanıldı. Bu silahlarda güllenin çapı (ya da kalibresi) genellikle namlu çapından 6 mm kadar dardı.

Daha sonra silah yapımcıları, dev toplar yapmaya başladılar. Bu dev toplardan bazıları günümüze kalmıştır. Edinburgh şatosunda bulunan *Mons Meg*, XV. yüzyılda Belçika'nın Mons kentinde yapılmıştı. Ağırlığı beş ton, namlu çapı 51 cm, atış menzili de 2,3 km olan bu top, 150 kg ağırlığında bir taş gülle atardı. İstanbul'un fethinde Fatih Sultan Mehmet tarafından kullanılan bronz topsa, 19 ton ağırlığında, 5 m uzunluğundaydı. Bu topla 65 cm çapında, 270 kg ağırlığında taş gülleler atılırdı. Topun atış menzili 1,8 km'ydi. Bugüne kadar yapılmış olan en büyük topsa, «Büyük Moskova Havanı»dır. Kalibresi (ya da çapı) 90 cm olan bu top, bir ton ağırlığında taş gülleler atardı.

Ateşleme: Top ateşleme yöntemlerinde yüzyıllardır önemli bir değişiklik olmamıştır. Ağızdan doldurulan barut hakkı, arkasından konan bir tamponla sıkıştırılırdı. Mermi ya da gülle, gene namlu ağzından konur ve namlu dibine, tampona kadar itilirdi. Topun ateşlenmesi için, ateşleme deliğine ince barut dökülüp, bir fitille yakılırdı. Bu toplar atış sırasında geri teperler ve atış ekibi, özellikle büyük topların eski yerlerine çekilmesinde büyük güçlük çekerdi. Atıştan sonra ayrıca, içerde kalan yanmış parçaların yeni barutu ateşlememesi için, namlu içinin temizlenmesi gerekiyordu.

XV. yüzyılda yapılmış olan bu resimde (sağda), bir şato kuşatmasında kullanılan eski toplardan örnekler görülmektedir. Ortadaki topta, namluyu yükselten bir mekanizma bulunmaktadır.

XVI. yüzyılda yapılmış, dipten dolmalı bir top mekanizması. (altta) Namlu dibi, barut doldurulduktan sonra, sıkıca kapanmaktaydı. İlk yapılan dipten dolmalı toplar, parçalanarak, topçuların ölümüne neden olmuşlardı. Ayrıca, atış sırasında kaçan barut gazları, silahın gücünü düşürmekteydi.



Topun sürekli ve hatasız atış yapabilmesi konusunda karşılaşılan en büyük güçlük, barutun nitelikli olmamasıydı. İlk ortaya çıkarılan, 60-40-20 oranında güherçile, kükürt, odun kömürü karışımından oluşan baruttu. Bu barutun gücü, karıştırılma derecesi ve depolanma süresine göre değişiyordu, ama genellikle düşük nitelikliydi. İyi karıştırıldığında gücü artıyor, ne var ki, karıştırıldıktan sonra uzunca bir süre bekletilen barut, yeniden bileşenlerine ayrılıyor ve ateşlenemiyordu. Bu yüzden, söz konusu barutun atıştan hemen önce iyice karıştırılması zorunluydu. Barutu oluşturan maddeler ıslatılıp karıştırıldıktan sonra, bir tabaka halinde yayılıp kurutuluyor, sonra bu tabaka parçalanıp elekten geçirilerek, büyük silahlar için iri taneli barut, küçük silahlar için de küçük taneli barut ayrılıyordu. Bu tür barut daha iyi ateşleme sağlamaktaydı. Bununla birlikte, topların yeterince dayanıklı olmaması nedeniyle, söz konusu baruttan ancak yüz yıl sonra tam olarak yararlanıldı.

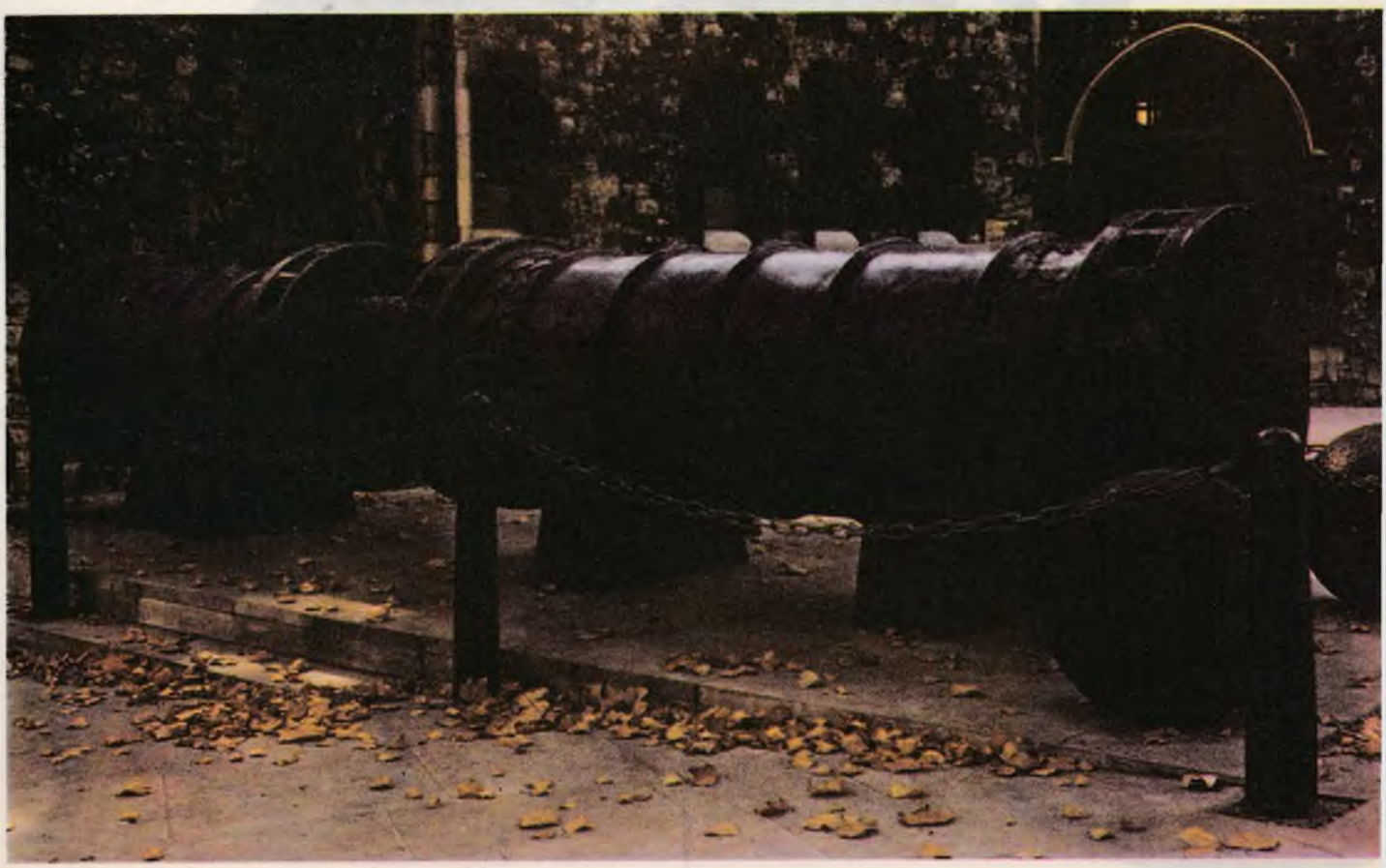
Top tipleri: Taş ve demir gülleler, kale duvarlarının yıkılmasında etkili olmalarına karşılık, savaş alanlarında elverişli değillerdi. Bu nedenle, bir süre sonra, aynı anda atış yapan birden çok namlulu top ve demir parçaları, taş, çivi dolu kapları düşman askerlerine atma gibi yöntemler denendi. Parça etkili bu atışlar, daha sonra geliştirildi ve ağ ya da torba içine alınan güllelerle atış yapılmaya başlandı. Eski savaş gemilerinde toplarla, düşman gemilerinin direklerini yıkma amacıyla birbirlerine zincirle bağlı çift gülleler ya da çubuk mermiler atılırdı. Kızdırılmış gülleler de ahşap gemilere karşı çok etkiliydi, ama topu kullananlar için de tehlikeli olabiliyordu.

Napolyon devrinde kullanılan kara ve deniz toplarında, top kundağı görevi yapan arabalar daha küçük ve hareketli hale getirildi. Top arabaları atlarla çekilmeye başlandı ve topçular, aşağı yukarı süvari birlikleri kadar hızlı bir güç oldu. Daha sonra toplar, sahra, dağ, kıyı topları gibi çeşitli sınıflara ayrıldı.

Öte yandan, büyük ve ağır gövdeli, tahta tekerlekli gemi topları pek gelişme gösteremedi. Bunun bir nedeni, GERİ TEPMESİZ SİLAHLAR'ın bulunmasından önce, gemilerde yeterli geri tepme mesafesi bulunmamasıydı. Büyük ve ağır deniz topları, XIX. yüzyıl sonları ile XX. yüzyıl başlarında, yüksek atış oranlı ve taretli toplara dönüştü.

Günümüzde top olarak tanımlanan silahlar, uçaklarda ve zırhlı araçlarda kullanılmaktadır. Bu tür küçük toplar, 15-30 mm kalibreliktir ve dakikada 500-900 tane yüksek patlayıcılı mermi atabilmektedir.

Fatih Sultan Mehmet için 1460 yıllarında dökülmüş olan bu bronz topun uzunluğu 5 m, çapı 65 cm'dir. (altta)



TOPLU TABANCA

Toplu tabanca (ya da revolver) bir **dizi namlusu** ya da içinde birçok mermi yuvası bulunan ve bir eksen çevresinde dönen silindiri (top) olan bir ateşli silahtır. Her namlu ya da mermi yuvası sırayla, ateşleme mekanizması önüne getirilir. İçinde mermi yuvaları olan toplu ya da silindirli tipte, mermi yuvalarından biri ateşleme mekanizmasına eriştiği zaman, tek namlunun da karşısına gelir. İlk örnekleri XV. yüzyıl sonlarında ortaya çıkan toplu tabanca, küçük bir tabanca olabileceği gibi, omuzdan ateşlenen bir silah ya da makinalı tabanca da olabilir.

Fitilli ve çakmaklı ateşleme mekanizmaları yalnızca dikey durumda çalıştıkları için, ilk modellerde, patlayıcıyı ateşlemede bazı güçlüklerle karşılaşılmıştı. Bu yüzden silah yapımcıları, silindirin dönüşü sırasında falya barutunun falya tavasından dökülmemesi için, çeşitli teknikler geliştirmek zorunda kalmışlardı.

Döner namlulu tabanca: Kapsüllü ateşlemenin bulunmasından sonra, ilk kullanışlı revolver geliştirildi. Mermi yuvaları, mermi ve barutla doldurulyor, böylece tabanca, tetiğin her çekilişinde ateş ediyordu (bu tür silahlarda mermi yuvaları aynı zamanda namlu görevi yapıyordu). Ne var ki döner namlulu tabanca, yapımının kolay olmasına karşılık, oldukça büyük ve taşınması güç bir silahtı.

Modern tiplerin gelişmesi: Samuel COLT'un 1847 yılında yaptığı toplu tabanca modelleri, daha sonra yapılan bütün tabanca modellerinin ilk örneği oldu. 1860 yıllarında geliştirilen metal fişekler toplu tabancada da kullanılmaya başlanınca, silah hızla yaygınlaştı.

Günümüzün toplu tabancası ilk Colt tabancasına çok benzer. Ama modern toplu tabanca, çok daha gelişmiş, güçlü ve dayanıklı bir silahtır. Silahın iç bölümünde bazı değişiklikler yapılmış olmasına karşılık, çalışma ilkesi aynıdır. Başlıca iki tip toplu tabanca

Tetik çekildiğinde, pim (A) çevresinde dönerek, horozun altına basınç yapar ve horoz geri gidip yayı sıkıştırır. Tetik kolunun horozla teması kesilir ve horoz (B), yayın itmesiyle mermi kapsülüne vurur. Sonra tetik, yay yardımıyla eski durumuna gelir. (altta)

vardır: *Tek etkili; çift etkili.* Bütün eski modellerin tek etkili olmasına karşılık, günümüzde bu tip, yalnızca hedef atışları yapılan tabancalarda görülmektedir. Tek etkili tabancada horoz, silindirin (top) dönüşünü sağlamak ve tabancayı kurmak için, elle geriye çekilir. Sonra, tetiğin hafifçe çekilmesiyle tabanca ateşlenir. Çift etkili tabancadaysa tetik, yalnızca mermiyi ateşlemekle kalmaz, hem horozu geriye çeker, hem de topu döndürür. Ancak, tetiğin çekilmesi biraz daha zor olduğu için nişan almak güçleşir. Bu yüzden, çift etkili tabancalar, genellikle yakın mesafe silahı olarak kullanılır. Modern çift etkili tabancaların çoğu, horozun başparmakla geriye çekilmesiyle, tek etkili olarak da ateş edebilir.

Birleştirilmiş mekanizmalar oldukça karmaşıktır. Tetik, bir mermi yuvasındaki mermiyi ateşlemek için, sırasıyla birkaç işlevi yerine getirmek zorundadır. Önce, top kilitten kurtarılır, horoz kurulur, top döner ve yeniden kilitlenir. Sonra horoz, mermiyi ateşlemek için serbest kalır ve topun ateşleme pimi tarafından tutulmaması için gene hafifçe geri çekilir. Bütün bu hareketler, tetiğin çekilmesiyle, tabanca içindeki birkaç yay ve kol yardımıyla yapılmaktadır. Bazı toplu tabancaların horozlarında başparmakla tutulacak parça bulunmadığından, bu tabancalar, yalnızca çift etkili olarak ateş ederler.

Aşağı yukarı bütün modern toplu tabancalar 6 mermi alır (bu nedenle toplu tabancaya halk arasında «altıpatlar» da denir). Altı mermi alan top, en uygun büyüklükte olmaktadır. Küçük cep modellerindeyse, beşli toplar bulunur (on iki toplu tabancalar da yapılmış, ama pek tutulmamıştır). Tabancanın doldurulması, ya topun bir eksen üstünde yana doğru yatırılmasıyla yapılır ya da namlu ve silindir aşağıya doğru açılarak, mermi yuvaları ortaya çıkarılır. Her iki türde de boş kovanlar, bir kovan atma meka-

Metal fişeklerin bulunmasından önce yapılmış tek etkili iki tabanca. (altta solda) Resmin üstündeki tabanca, 1851 model Colt, alttakiyse 1859 yapımı Walch tabancasıdır.

Bakım aletleri, mermi yağlama aygıtı ve barut şişesiyle birlikte kutusu içinde, Tranter tek etkili toplu tabancası. (altta sağda)

XIX. yüzyıl başlarında yapılmış döner namlulu tabanca. (üstte) Yirmi namlusu olan bu silahın her namlusu ayrı ayrı barut, mermi ve kapsülle dolduruluyor ve namlular elle çevriliyordu. Ağır olmasına karşılık, söz konusu dönemin birden çok atışa uygun tek silahıydı.

nizmasıyla dışarı atılır.

Toplu tabancanın ateşlenmesinde, namlu ile silindir arasında bulunan ve barut gazının bir bölümünün dışarı kaçmasına neden olan aralığın kapatılması için çeşitli yollar denenmiş, ama hiç bir yöntem, yeterince yararlı olmamıştır.

Toplu tabancanın en önemli niteliği, günümüze kadar yapılmış en güvenilir yinelemeli ateşli silah olmasıdır. Mekanizması çok yalın olduğundan, tutukluk yapmaz. Bir mermi ateşlenmezse, tetiği yeniden çekip, horozun önüne yeni bir merminin gelmesini sağlamak yeterlidir.

TOPRAK ALKALİ METALLER

PERYODİK ÇİZELGE'nin *2A* grubunda yeralan toprak alkali metaller, artan atom ağırlığı sırasına göre, berilyum *(Be)*, magnezyum *(Mg)*, kalsiyum *(Ca)*, stronsiyum *(Sr)*, baryum *(Ba)* ve radyumdur *(Ra)*. Kalsiyum ve magnezyum, bu grubun en önemli metalleridir.

Toprak alkali metallerin tümü, gümüş beyazı renginde, ısı ve elektriği iyi ileten elementlerdir. Havada ya da oksijen içinde, parlak bir ışık vererek yanarlar.

Toprak alkali metaller, ALKALİ METALLER kadar tepkindirler. Alkali metallerden farklı başlıca özellikleri, daha sert, sudan daha ağır olmaları, karbonat ve sülfat gibi bazı tuzlarının (magnezyumunkilerin dışında) suda çözünmemesidir. Toprak alkali metaller kolayca iki elektron yitirerek, artı yüklü iki iyon verirler. Bu iyonlar, eksi yüklü iyonlarla birleşerek, kararlı bileşikler oluştururlar.

Arı metaller, filizlerden elde edilen klorürlerin eritilmesi ve ELEKTROLİZ edilmesiyle üretilir. Başka bir yöntem de, metal oksitlerin, vakum altında, oksijen alan kuvvetli bir indirgenle ısıtılmasıdır.

Berilyum (Be), grubun en hafif elementidir ve periyodik çizelgede yanındaki grupta yeralan alüminyuma benzer (ama bileşikleri çok zehirlidir). Olumlu mekanik özellikler taşır ve X ışını tüplerinin pencerelerinde kullanılır. X ışınlarını kolayca geçirmesi, atom numarasının (atomlarındaki elektron sayısı) çok küçük olmasına dayanır: Atom numarası dörttür. Çeşitli alaşımlarda da kullanılır ve özellikle sertlik vermek için bakıra katılır.

Berilyum, doğada, beril *($3BeO\,Al_2O_3\,6SiO_2$)* gibi alüminosilikatlar (kil) biçiminde bulunur. Zümrüt, eser miktarda krom oksitle yeşil renk almış berildir.

Magnezyum (Mg), ticari miktarlarda elde edilebilen en hafif metaldir. Yoğunluğu sudan yalnızca 1,74 kez fazladır. Birçok bakımdan, toprak alkali metallerden çok, çinko ve kadmiyuma benzer. Yandığında parlak bir ışık verir. Oksijenle olduğu gibi, azotla da birleşir ve bir «tutucu» olarak, yüksek vakum araçlarında kalan son gaz artıklarını almak için kullanılır.

Magnezyum genellikle, alüminyum içeren hafif alaşımların yapılmasında kullanılır. Başlıca bileşikleri arasında, mide asidine karşı kullanılan ve magnezyum hidroksidin *($Mg[OH]_2$)* bir asıltısı olan «magnezya sütü» ile müshil olarak kullanılan epsom tuzu *($MgSO_4$)* sayılabilir. Bitkilere yeşil rengi veren klorofil de, magnezyum içeren bir organik bileşiktir.

Yerkabuğunda en bol bulunan elementler arasında sekizinci sırayı alan magnezyum, deniz suyu ile magnezit *($MgCO_3$)* ve dolomit *($MgCO_3CaCO_3$)* gibi karbonat minerallerinden elde edilir.

Kalsiyum (Ca), kurşundan sert, alüminyumdan yumuşak bir elementtir. Döküme, işlenmeye ve çekilmeye elverişlidir. Havada kaldığında, yüzeyinde, bir oksit ve nitrür karışımı tabaka oluşur. Bu tabaka, havanın, metalin öteki bölümlerini etkilemesini önler (koruyucu oksit). Kalsiyum, alkali metaller gibi su ile hidrojen vererek tepkimeye girer. Ne var ki, tepkime sonucu oluşan ve «sönmüş kireç» de denen kalsiyum hidroksidin çözünürlüğünün sınırlı olması nedeniyle etkisi yavaştır:

$$\underset{\text{kalsiyum}}{Ca} + \underset{\text{su}}{2H_2O} \longrightarrow \underset{\substack{\text{sönmüş kireç}\\(\text{kalsiyum}\\\text{hidroksit})}}{Ca(OH)_2} + \underset{\text{hidrojen}}{H_2}$$

Kalsiyum metali, alüminyum ve magnezyum alaşımlarında, bir indirgen olarak kimyasal tepkimelerde, bir tutucu olarak ve azotla birleşmesi nedeniyle hava azotundan argonun ayrılmasında kullanılır. Doğada en bol bulunan üçüncü elementtir. Fosfat, sülfat, flüorür, karbonat, kompleks silikat ve başka bileşikler biçiminde ortaya çıkar. En önemli mineral kaynağı, kireçtaşı ya da kalsiyum karbonattır *($CaCO_3$)*. Öteki kalsiyum karbonat kaynakları, mermer, deniz hayvanlarının kabukları ve tebeşirdir.

Kalsiyum oksit *(CaO)*, «kireç» ya da «sönmemiş kireç» diye de adlandırılır ve kireçtaşının fırınlarda

yakılmasıyla elde edilir. Sönmemiş kireç, su katıldığında şişer ve sönmüş kirece dönüşür:

CaO	+	H_2O	⟶	$Ca(OH)_2$
kalsiyum oksit (sönmemiş kireç)		su		kalsiyum hidroksit (sönmüş kireç)

Kum, sönmüş kireç ve su karışımı olan harç, kuruyunca, havadaki karbon dioksidin sönmüş kireç ile tepkimeye girerek çözünmeyen kalsiyum karbonat oluşturması sonucu sertleşir.

Sönmüş kireç yumuşak bir alkalidir. Ağartıcı olarak cam ve kağıt yapımında kullanılır. Kalsiyum sülfat ya da alçı taşı $(CaSO_4\ 2H_2O)$ önemli bir mineral kaynaktır. Kimyasal gübre olarak ve alçı $([CaSO_4]_2\ H_2O)$ yapımında kullanılır. Alçı taşı ısıtıldığında, su moleküllerinin bir bölümünü yitirir. Kısmen suyu alınmış sülfat, suyla karıştırıldığında, tepkime tersine döner ve alçı sertleşir.

Sert su, içinde çözünmüş kalsiyum hidrojen karbonat $(Ca[HCO_3]_2)$ gibi kalsiyum ve magnezyum tuzları bulunan sudur. Bu tuzlar, sabun köpüklerinin sönmesine, yani kesilmesine neden olurlar. Artı metal iyonları, sabunun eksi yağ asidi iyonlarıyla çözünmeyen tuzlar oluştururlar. Suda çözünmüş olarak bulunan kalsiyum hidrojen karbonat, su ve karbon dioksidin, kireçtaşı ya da tebeşirle bir araya gelmesi sonucu oluşur. Havadaki karbon dioksit, yağmur suyunda çözünerek, zayıf bir asit olan karbonik asit oluşturur. Bu asit, kireçtaşları üstünden akarken kalsiyum hidrojen karbonat ortaya çıkarır.

Stronsiyum (Sr), az bulunan bir elementtir. Hayvan kemiklerinde bulunan kalsiyumun yerini alma özelliği taşır. Bu durum, stronsiyumun radyoaktif izotopu olan Sr-90'ı, kemik iliklerinin ışınımdan kolayca etkilenmesi nedeniyle çok tehlikeli kılar. Sr-90, nükleer patlamalar sırasında üretilir.

İnce toz haline getirilmiş stronsiyum, havada apansız tutuşur. Stronsiyum tuzları, havai fişeklerde, kırmızı renk vermek için kullanılır. Stronsiyanit $(SrCO_3)$ ve sölestit $(SrSO_4)$ mineralleri, başlıca stronsiyum kaynaklarıdır.

Baryum (Ba), X ışınlarını geçirmez; bu nedenle, sülfatının $(BaSO_4)$ sudaki asıltısı, sindirim yollarının X ışınıyla incelenmesinde kullanılır. Bütün çözünen baryum tuzları zehirlidir; ama baryum sülfat, suda çözünmediğinden, güvenle yutulabilir. Doğada barit olarak bulunan baryum sülfat, yüksek örtme gücü nedeniyle beyaz pigment olarak kullanılır. Daha uçucu olan nitrat ve klorür tuzlarındansa $(Ba[NO_3]_2$ ve $BaCl_2)$, yeşil renkli havai fişeklerin yapımında yararlanılır. Vakum aygıtlarının iç duvarlarına sürülen metal baryum tabakası, yüksek vakumun korunması için uzun süreli bir «tutucu» görevi yapar.

Baryum sülfat çözünmez ve X ışınlarını geçirmez. Resimde (solda) baryum içmiş bir hastanın X ışını (röntgen) filmi görülmektedir. Filmde, parlak beyaz baryumun ortasındaki siyahlık açıkça belli olmaktadır.

Bacağın alçıya alınışı. (altta) Sargılar kuru toz alçıyla kaplanır ve ıslatılarak bacağın çevresine sarılır.

Girit'te bir kireç fırını. (üstte) Oldukça ilkel olmasına karşılık, iyi sonuç veren bu yöntem, bazen «kireçtaşının yakılması» diye de adlandırılır. Kırılan kireçtaşı fırına doldurulur ve fırın ateşlenir. Isı etkisiyle kalsiyum karbonat, kireç ve karbon dioksit verecek biçimde bozunur.

Radyum (Ra), çok az bulunur (genellikle uranyum filizleriyle bir aradadır), radyoaktiftir, yarı ömrüyse yaklaşık 1 590 yıldır. RADYOAKTİFLİK'le ilgili yerlerde kullanılır.

TOPRAK AŞINMASI DENETİMİ

Toprak aşınmasının (erozyon) başlıca nedeni, rüzgar, su ya da buzul gibi dış etmenlerdir. Buzulların yolaçtığı toprak aşınması, nüfus yoğunluğu düşük olan alanlarda ortaya çıktığından, ekonomik ve toplumsal önem taşımaz. Buna karşılık, rüzgar ve suyun yolaçtığı toprak aşınması hem çok yaygındır, hem de doğal çevrenin kullanıma açılmasıyla etkisi daha da artar.

İklim ve bitki örtüsü etmenlerine bağlı olarak, çok geniş alanlar rüzgar ve yağmurlarla aşınmaya uğrar. Oysa su aşındırması, akarsu yataklarıyla ve kara ile suyun birleştiği kıyı kesimiyle sınırlıdır.

Toprak aşınması denetimi: Rüzgarın yolaçtığı toprak aşınması, daha çok, az yağmur alan düz alanlar ile aşırı derecede sürülmüş arazilerde ortaya çıkar. Bu tür alanlarda sık sık güçlü rüzgarlar çıkar ve toprağı tutacak nem bulunmaz. Rüzgar hızı, rüzgar kesicilerle düşürülebilir. Bir *rüzgar kesici*, rüzgar hızını, kendi yüksekliğinin beş katı kadar bir uzunluk için, yer düzeyinde 20-30 kez azaltabilir. Bununla birlikte, rüzgar kesicilerin rüzgarı bir ölçüde geçirmesi gerekir. Tersi, rüzgar kesicilerin uçlarında, yöresel aşınmalara neden olan türbülansların oluşmasına yolaçar.

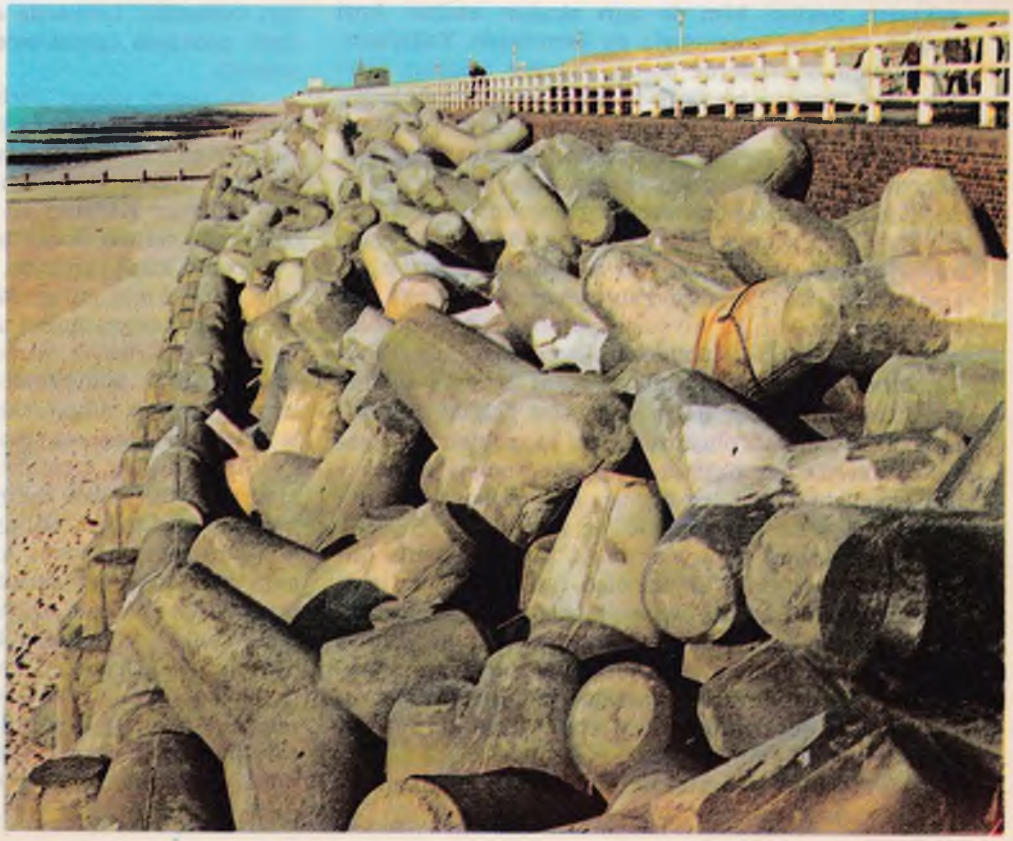
Rüzgar kesiciler genellikle, rüzgara karşı 90 derecelik açı yapan ağaç sıralarından oluşur. Kesicinin etkili olabilmesi için, ağaç sıraları arasındaki mesafenin 500 metreden az olması gerekir. Doğal rüzgar kesiciler bazı bakımlardan sakıncalıdır: Ekinlere gerekli nemin, besinin ve alanın bir bölümü bunlara ayrılır; zararlı böceklerin üremesine elverişli bir ortam oluşturabilirler; ağaç yaprakları her mevsimde rüzgarı kesecek kadar yoğun olmayabilir. Bazen, ağaç ya da benzeri maddelerden yapılmış yapay rüzgar kesiciler de kullanılır.

Toprağı rüzgardan korumanın en etkili yolu, bitki örtüsüdür. Bitki örtüsü, hem yer yüzeyinde rüzgar hızını keser, hem de köklerle, toprağı oluşturan parçacıkları bir arada tutar. Sürülmüş tarlaların kolayca aşınmasının başlıca nedeni, bitki örtüsünün bulunmamasıdır. Son yıllarda geliştirilen yeni ekim yöntemlerinden biri, ekimin, anızlı tarlaya yapılmasıdır. Yan yana değişik bitkilerin ekilmesiyse, aşınmayı önlemenin yanı sıra, toprağın, besleyici özelliğini korumasını da sağlar. Bir başka yöntem de, toprağa, katran eriyikleri sıkmaktır. Bu yöntem, az yağmur alan ve bitki örtüsü yeterince gelişemeyen bölgelerde özel-

Kumullar rüzgarlardan kolayca etkilenirler. (üstte) Bu tür yerlerde gerekli koruma, bitki örtüsüyle sağlanır. Resimde görülen dayanıklı çim, kumun altında bir kök ağı oluşturarak, aşınmayı önler.

Dağlık arazilerde ve eğimli bölgelerde toprak aşınmasını azaltmanın bir yolu, taraçalandırmadır. (solda) Her sete, akan suyu tutup ortadaki dereye verecek kanallar açılır.

Almanya'da Sylt adasının batı kıyısı, resimde görülen beton taşlarla korunmaktadır. (sağda) Dört çıkıntılı bu betonlar, dalgaların kırılmasını ve dalga enerjisinin dağıtılmasını sağlarlar.



likle yararlıdır.

Suyun yolaçtığı aşınma derecesi, akan suyun miktarı kadar, hızına da bağlıdır. Bu nedenle, en çok etkilenen bölgeler, hem çok yağış alan, hem de dik yamaçlı olan yerlerdir. Söz konusu yerlerde de bitki örtüsü, yağmurun yolaçtığı aşınmayı azalttığı ve yüzeyden akan suların hızını kestiği için yararlıdır. Bu amaçla yararlanılan bitki türleri çok çeşitlidir. Tropikal bölgelerde, altında başka bitkilerin büyüdüğü uzun ömürlü ağaçlardan yararlanılabilir. Ilıman iklimli bölgelerdeyse, ekinlerin büyümediği dönemlerde, yani kışın yetişen bitkiler bu işlevi görür.

Eğimli arazilerin eğim yönünde değil, enine sürülmesiyle suyun aşağı akması önlenir. Bu yöntemle aşınma, yüzde elli oranında azaltılabilir.

Eğimli arazilerde yararlanılan bir başka yöntem de. taraçalandırmadır. Eğim boyunca oluşturulan setlerin yanına, suyun akması için kanallar açılır. İlk kez Güney ve Doğu Asya'nın dağlık bölgelerinde uygulanmış eski bir yöntem olan taraçalandırma, zamanla başka ülkelerde de yaygınlaşmıştır.

Akarsu aşındırması: Akarsuların en çok aşınmaya yolaçtıkları dönem, büyük yağışların ya da yüksek-lerdeki kar ve buzların erimesinin yolaçtığı aşırı su akışlarının ortaya çıktığı mevsimlerdir. Bu tür aşınmanın denetlenmesinde temel amaç, akış şiddetini azaltmaktır ve bir anlamda, su baskınlarını denetim altına alma çalışmalarına benzer. Akarsu çevresindeki toprağın aşınmasını denetlemek için alınan önlemler, aynı zamanda aşırı akışları da önler. Ayrıca, ağaçlandırma çalışmaları da yapılır. Akarsu kaynağına yakın yerlerde bulunan ormanlar, hem gelen su miktarını azaltır, hem de aşırı akışları azaltır. Aşırı akışlar, barajlar aracılığıyla da denetlenir. Yağışların çok olduğu dönemlerde dolup, yağışlar azalınca biriken suyu yavaşça boşaltan barajlar, akışı düzenlerler.

Akarsu kıyılarında aşınma sorununun söz konusu olduğu durumlarda, setler yapılır. Aşınma genellikle akarsu kıvrımının dışında ortaya çıkar; korumanın en büyük önem taşıdığı yer de burasıdır.

Kıyılarda aşınma: Kıyılarda çok büyük çaplı aşınmalar ortaya çıkabilir. Bu tür aşınmaları denetim altına almak için yapılan çalışmaların maliyeti çok yüksektir. Ne var ki, kıyıların yalnızca yerleşme bölgeleri gibi belirli bölümlerinin korunması yeterlidir.

Birçok bölgede kumsallar, doğal koruma sağlarlar. Kumsalın eğimi, dalga enerjisini dağıtır. Bununla birlikte, kumsalı oluşturan kum ve çakıllar, kıyı boyunca sık sık yer değiştirebilir. Söz konusu hareketleri engellemek için, «mahmuz» adı verilen ve 90 derece açıyla denize uzanan setler yapılır.

Kıyı koruma yöntemlerinden biri de, deniz duvarı yapımıdır. Hafif eğimli olan duvarlar, gelen dalgaların gücünü kırar. Yerleşme bölgelerinde genellikle, çok az yer kaplayan düşey duvarlar yapılır. Bunların tepesinde dalgayı geri püskürten bir burun oluşturulur. Deniz duvarı mahmuzlarla birleştirilmemişse, zamanla duvarın önündeki kumsal yok olur ve duvarın temeli aşınmaya uğrar.

Mahmuz ve duvarların çok dikkatli planlanması gerekir. Aşınma genellikle, söz konusu yapıların uçlarında en üst düzeye ulaşır. Özellikle mahmuzlar, doğal hareketi engelledikleri için, kumsalın bir bölümünü korurken, öteki bölümün ortadan kalkmasına yolaçabilirler.

Bu nedenle, aşınmaların tümünü, bütün yerbilim zamanlarında görülmüş doğal bir süreç olarak değerlendirmek gerekir. İnsanlar aşınmaları belirli bölgelerde denetim altına almak isteyebilirler ama, bütünüyle durduramazlar. Gerçekten üstünde durulması gereken noktaysa, insanoğlunun, kendi etkinlikleri sonucu ortaya çıkardığı aşınmalardır.

TORNA

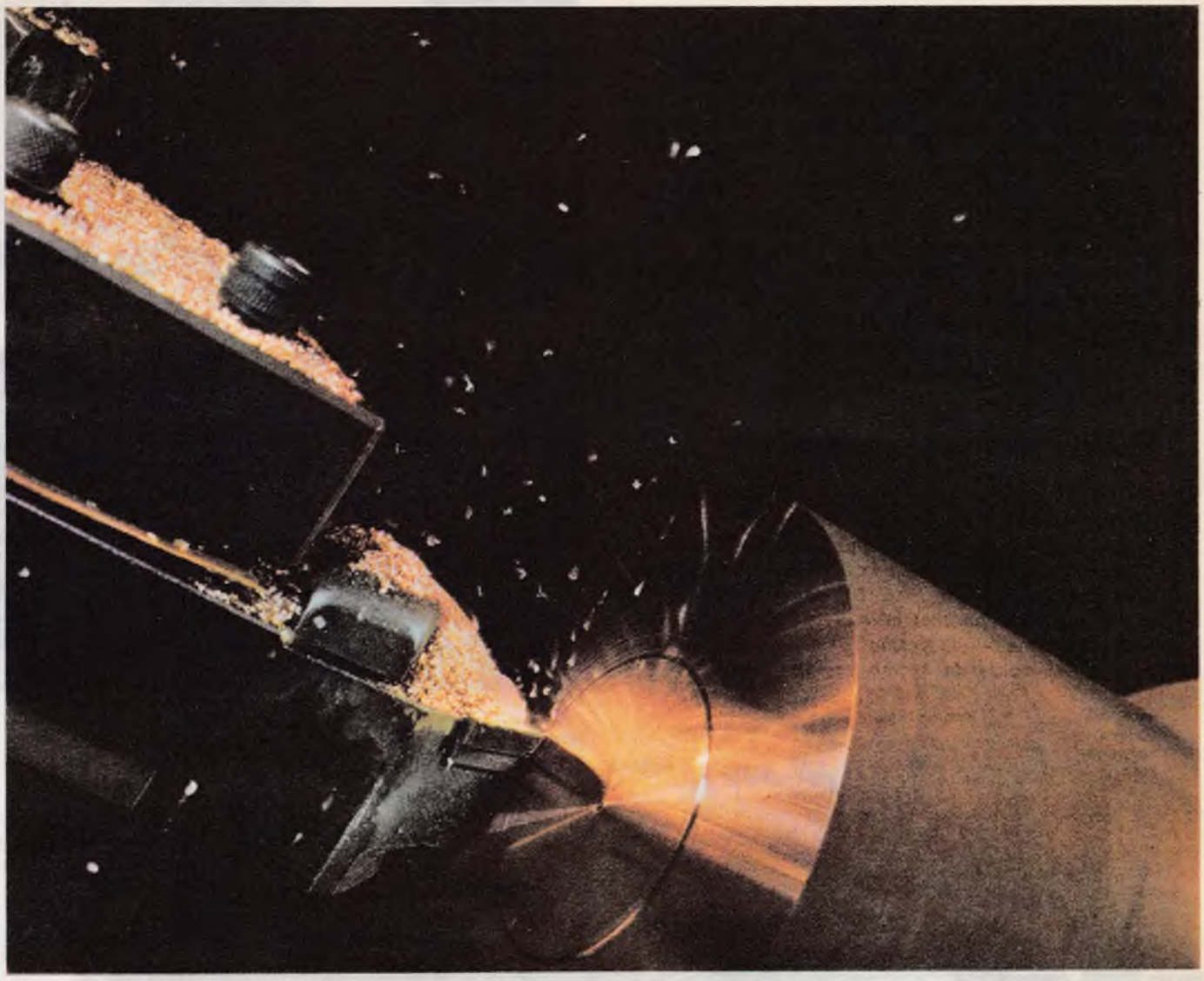
Torna, takım tezgâhları arasında, en eski ve en önemli tip olarak ilk sırayı alır. Revolver torna, radyal torna gibi üretim makinalarının çoğu, Mısır'da İ.Ö. 300 yılından kalma bir mezar resmindeki tornayle aynı ilkelere dayanır.

Tornanın, çömlekçi çarkından esinlenilerek geliştirildiği sanılmaktadır. İlk tornalar, iğ, kasnak ve sandalye ayağı gibi, silindir biçimli tahta eşya yapımında kullanılmıştır. Söz konusu tornaları çalıştırmanın bir yolu, tornanın ana mili çevresine bir kaytan sarmak ve kaytanın önce bir ucunu, sonra öteki ucunu çekmekti. Bu işlem, tornanın ileri-geri hareketiyle sonuçlanıyor ve bir kişi tornayı bu biçimde çalıştırırken, öteki el aletleriyle parçaya biçim veriyordu. XV. yüzyılda, çıkrıktan esinlenilerek yapılan, sonsuz kayışla ve manivelayla çalıştırılan torna tezgâhları kullanıldı. Leonardo da VİNCİ de, bir tek kişinin ayak pedalıyla işletebileceği bir torna tasarımı geliştirmişti.

Tornanın yapısı: Torna, *kafa grubu*nu taşıyan bir *torna gövdesi* ile «*kızak*» denilen ve kılavuz görevi yapan bir çift sertleştirilmiş metal yüzey içerir. Kafada bir dişli takımı ve kızağa paralel konumda bir fener mili bulunur. Kafanın alt bölümündeyse, «*Norton kutusu*» adı verilen ikinci bir dişli takımı vardır.

Araba kızak üstünde, ileri-geri hareket eder. Kızağa paralel *ana mil* ve *sürgü mili*, torna gövdesi içindedir. Söz konusu miller arabanın «*etek*» denen bölümünden geçerler ve Norton kutusu tarafından tahrik edilirler. Etek bölümünde, arabayı normal kesme işlemi için sürgü miline, vida dişi açmak için de ana mile bağlayan bir mekanizma vardır.

Arabanın en üstünde *kalemlik* ile bunun içine sıkıştırılmış bir kesme takımı ya da *torna kalemi* bulunur. Makina çalışırken, uygun fener mili hızı ile ilerleme hızı seçilir. Araba kızak üstünde işlenecek parçaya paralel olarak ilerlediğinde, torna, ya talaş kaldırır ya da diş açar. Arabanın üstündeki küçük kızaklara monte edilmiş olan kalemlik, işlenecek parçanın eksenine 90°'lik bir açı yapar, ya mekanik güçle ya da bir kol aracılığıyla hareket ettirilir. Buna «*alın tornalama*» denir ve iş parçasının alınının son işlemle düzeltilmesi, pah kırma (köşelerin eğimli olarak işlenmesi) ve kesme gibi birçok kullanım alanı vardır.



Bu torna kalemine bir talaş kırıcı eklenmiştir. (üstte) Böylece talaş, ufak parçalar halinde kaldırılır. Uzun talaş, kırılmazsa, kaleme dolaşabilir.

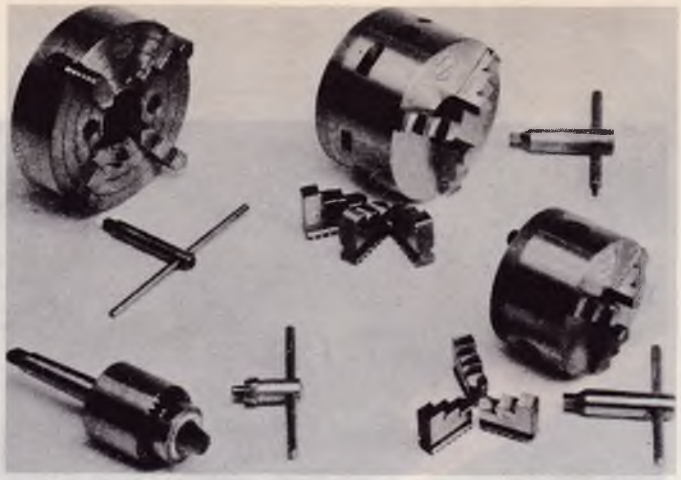
Tornada işlenebilecek en geniş parçanın yarıçapına, «*açınım*» denir. Tipik bir endüstri tornasının açınımı 45 cm kadardır. Fener milinde 12, ana mil ve sürgü milindeyse 66 değişik hız olanağı vardır. Bu tornayla her tür metal kesilebilir ve her tipte diş açılabilir. Kuyumcu tornaları, bir masaya monte edilecek kadar küçüktür. Kazan ve dinamo gibi büyük araçların parçalarının yapılması için kullanılan ve bir lokomotif kadar büyük olan tornalar da vardır. Ayrıca, TEMAS MERCEĞİ'nin yapımı gibi özel amaçlara uygun tornalar geliştirilmektedir.

Bağlama düzenekleri: Tornada, değişik türde işlemlerin yapılabilmesi için çeşitli bağlama düzenekleri kullanılır.

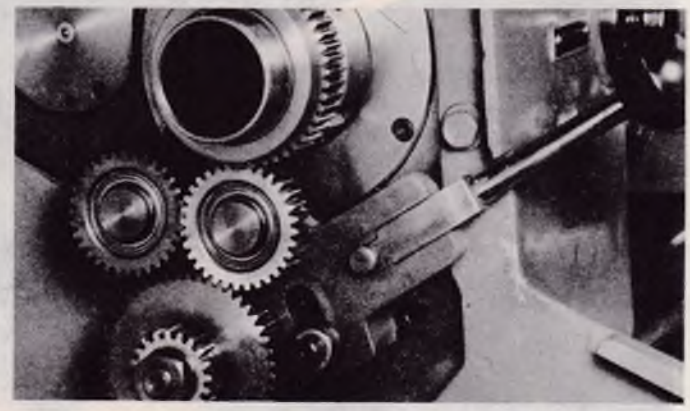
İşlenecek parçayı tutan çeşitli araçlar geliştirilmiştir. Bunlar fener miline, dişler ya da kamalar aracılığıyla tutturulur. *Üç çeneli aynanın* çeneleri, bir gömme anahtarının döndürülmesiyle parçanın çevresine eşmerkezli olarak yaklaşacak biçimde ayarlanmıştır. *Dört çeneli aynanın* çeneleriyse, ayrı ayrı ayarlanabilir ve düzgün olmayan parçaların bağlanmasında kullanılır. *Sıkma kovanları*, çubuk biçimli parçaların standart ölçülere göre işlenmesine yarar. Sıkma kovanı üstüne diş açılmıştır ve koni biçimli yanında yarıklar bulunur. Sıkma kovanı, kafa içindeki yuvasına sokulup sıkıştırıldığı zaman, parçayı sarar. Böylece, kovanın koni biçimli yanı aynanın koni biçimli yuvasına iyice oturur ve parçayı kavrar.

Uzun parçalar, kesici takımla işlenirken eğilebilir. Bunu önlemek için *üç nokta destekleri* kullanılır ve parçanın kendi ekseni çevresinde düzenli biçimde dönmesi sağlanır. Destek, kızak üstüne monte edilir ve üç nokta, parçanın ölçülerine göre ayarlanır. Parçanın noktalara dokunarak dönebilmesi için, yağlama gerekir. Diş açma işlemindeyse, arabaya bağlanan iki noktalı gezer destekler kullanılır. Bu destek, torna kalemiyle birlikte hareket eder.

Gezer punta kızağın üstüne, kafaya göre tezgâhın karşı ucuna monte edilmiştir. Kızaklar üstünde hareket eder ve uygun konuma getirildikten sonra sıkıştırılır. İçindeki hareketli punta kovanının merkezi ile fener milinin merkezi, aynı eksen üstündedir. Hareketli punta kovanı elle hareket ettirilir; gerektiğin-

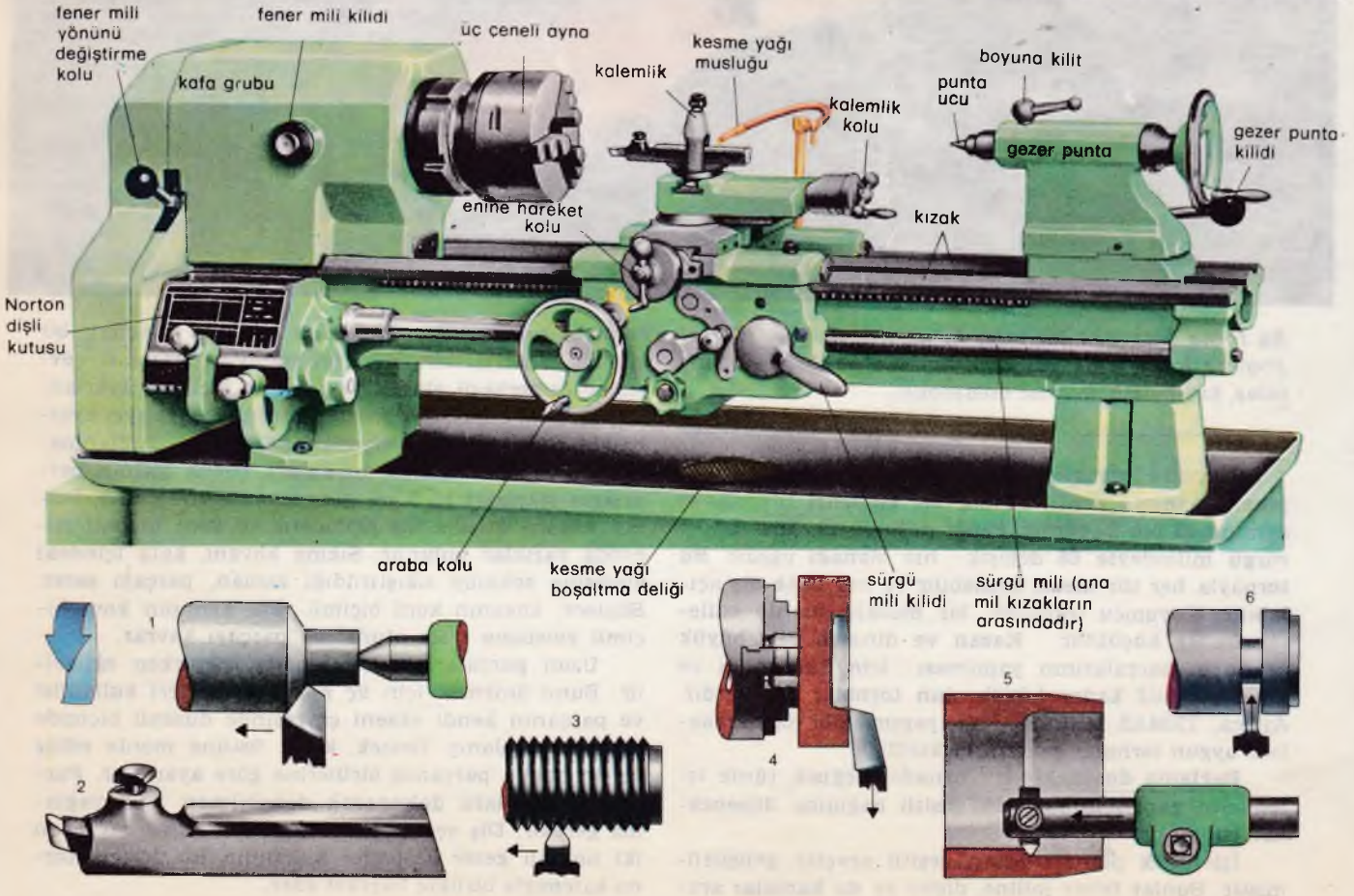


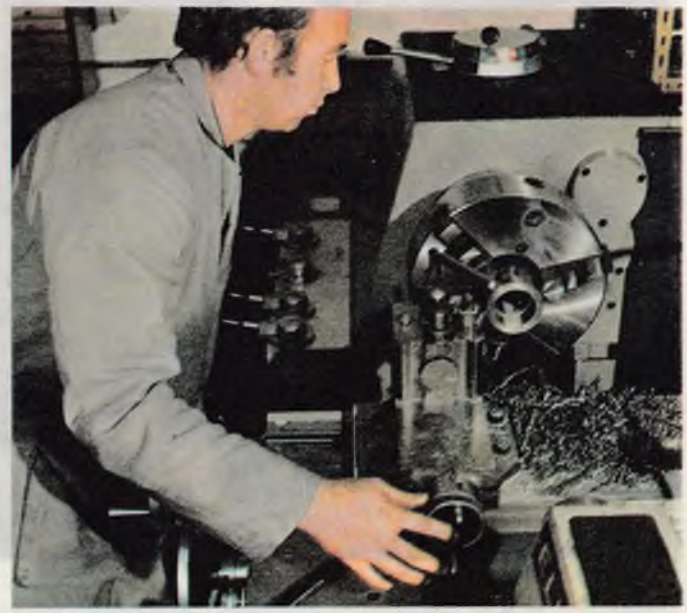
Çeşitli ayna türleri. (sağda üstte) Resmin üstünde solda yeralan, tersine çevrilebilir dört çenesi olan bir aynadır. Resmin sağında üstte ve altta, içten ve dıştan bağlama için değişebilen ayakları olan üç çeneli ayna görülmektedir. Resmin solunda altta görülense, gezer puntada kullanılan, mors koniği takılmış bir mandreldir. Bütün çeneler sertleştirilmiştir.

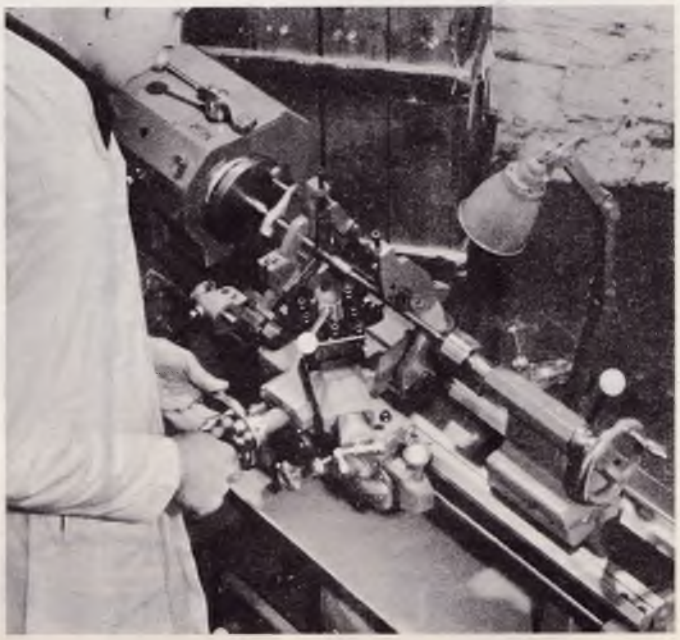


Kafanın arkadan görünüşü. (sağda altta)

Bir torna tezgâhı ve parçaları. (altta) Mavi ok dönüş yönünü, küçük oklar da ilerleme yönünü belirtmektedir. — 1. Gezer puntanın merkezine takılmış parçanın boyuna kesilmesi. — 2. Bilenmiş bir kalem ile kalemlik. — 3. Diş açmada fener mili ile ana mil birlikte hareket eder. — 4. Alın tornalama. — 5. Baralama. — 6. Kesme işlemi, düşük ilerleme hızı ve bol miktarda kesme yağıyla yapılır.







de hareketsiz durumda da tutulabilir. Delme işlemleri için gezer puntaya matkap, rayba, kılavuz ve başka takımlar takılabilir.

Elektrik motoru şaftı gibi mil biçimli yalın parçaların kesilmesi için, tornacı, parçayı *puntalar* (merkezler) arasına monte eder. Parça, bir ucundaki bütün işlemler yerine getirildikten sonra, öteki ucunun işlenmesi için merkezler arasında ters takılır. Tornacı bu işe, parçanın iki ucunun alın yüzeylerini tornalamakla başlar. Sonra iki uca, özel matkaplarla punta deliği açar (bu işlem üç çeneli aynayla yapılır). Punta deliği, 60°'lik koni biçimli bir deliktir ve gene 60°'lik koni biçimli ucu olan puntaya tam olarak uyar. Gezer punta ile aynanın punta uçları arasına, işlenecek parça yerleştirilir.

Kesici takımlar ve hızları: Torna hızları, geometrik dizi biçiminde artar. Her hızın, genellikle 1,26 olan bir ortak çarpanla çarpılmasıyla bir sonraki hız bulunabilir. Sözgelimi, ilk hız 10 ise, ikinci hız $10 \times 1{,}26 = 12{,}6$, üçüncü hız $12{,}6 \times 1{,}26 = 15{,}876$, vb. olacaktır. Hız değişiklikleri sürgülü dişlilerle yapılır. Torna, bir elektrik motoruyla tahrik edilir. Aktarma düzeni, kayış kasnak mekanizmasından ya da günümüzde olduğu gibi doğrudan dişli tahrikinden oluşur.

Torna tezgâhının hızı ve takımın tipi, tornalanacak metalin sertliğine ve paso derinliğine bağlıdır. Bir motor şaftında, daha küçük çaplara inmek çok miktarda metalin kesilmesini gerektiriyorsa, tornacı önce, birçok derin paso kaldırır. Sonra, ayna hızını artırarak (ya da ilerleme hızını azaltarak) son pasoları alır. Özellikle seri üretimde, ısınmasını önlemek için takımın sürekli yağlanması gerekir. Bu amaçla bazı tornalar da soğutucu depolar ve pompalarla donatılır.

Yumuşak çeliğin tornalama hızı, *yüksek hız çeliğ*inden yapılmış sert metal kesme kalemlerinde 30 m/dakikadan, karbürden yapılmış torna kalemlerindeyse bunun iki katından başlar. Yüksek hız çeliği, kobalta % 20 oranında tungsten karıştırılmasıyla elde edilir. Daha az masraflı olması için yüksek hız çeliği, yalnız kalem ucu olarak satın alınabilir. Bu uçlar, tornacı tarafından, işe göre bilenir ve kalemliğe yerleştirilir. Karbür, yüksek hız çeliğinden daha serttir. Ancak, kolay kırıldığı için, takım sapı üstüne lehimlenerek kullanılır.

Kopya tornaları: *Kopya tornaları* ya da geleneksel torna tezgâhlarına bağlanan *kopya düzenekleri*, tornalamada büyük ilerleme sağlamıştır. Bu araçlar,

---

Bir ağaç tornası. (solda üstte) Bıçak elle tutulmaktadır.

Üç çeneli ayna ve çok takımlı bir kalemlik kullanılarak, bir kovanın üretilmesi. (solda ortada)

Diş açma işlemi. (solda altta) İşlenecek parça, ayna üstündeki fırdöndü ve gezer yataklar yardımıyla, merkezler arasında tutulur. Ana mil, fener milinden daha hızlıdır. Takım özel olarak ayarlanmalı ve özenle monte edilmelidir.

değişik yarıçaplarda şaftların, koni biçimli parçaların ya da ayrıntılı profillerin (oymalı mobilya parçaları gibi), tek bir kesme takımıyla benzerini yapabilir. Bu tornalar, genellikle hidrolik, bazı durumlarda da elektrik sistemleriyle çalıştırılır. Kopya düzeni, şablon (mastar) olarak görev yapan bir şaftın, tornanın arkasındaki punta uçları arasına monte edilmesiyle kurulur. Arabanın arkasına yerleştirilen hidrolik kızak, şablonu izleyen bir kopya çıkarıcı uç taşır. Torna gövdesinin ucundaki bir pompadan basılan yağın, SERVOMEKANİZMA'lar ve hidrolik valflar aracılığıyla enlemesine hareket kızağı üstündeki pistonu itmesiyle, kesme takımı, kopya ucuyla aynı yolu izler. Böylece, şablon yerine takıldığında, çok sayıda parça otomatik olarak işlenir.

Revolver tornalar: Seri üretimde, çok takımla işleme yöntemi kullanılır. Arabanın üstüne, kalemlik yerine, birçok yüzü olan bir döner başlık (taret) monte edilir. Bu başlık üstüne matkap, rayba, kılavuz ve öteki takımlar yerleştirilebilir. Taret elle ya da otomatik olarak çalıştırılır. V oluklu kasnakların işlenmesinde, aynanın yanındaki bir işleme düzeneği V oluğunu tornalarken, taret, delme işlemini yerine getirir.

Otomatik tornalar: Seri üretimde en son gelişme, otomatik tornalardır. Fişlerin, tezgâhın çalışma çevrimini belirleyen deliklere girmesiyle devreler kapanır. Bu devreler, bir seçici tarafından taranır ve yağ ya da hava silindirleri harekete geçip tezgâhı çalıştırır. Başka bir seçenek de, kağıt üstüne sayı olarak ya da magnetik bant üstüne sinyaller olarak kaydedilmiş bilgilerden yararlanmaktır. Bu bilgiler, makina tarafından «okunup», harekete çevrilir.

TORRİCELLİ, EVANGELİSTA (1608-1647)

Torricelli, çok değerli araştırmalar yapmış bir fizikçidir. Ama bilime en büyük katkısı, cıvalı BAROMETRE'yi bulması ve atmosfer basıncını ölçmesi olmuştur.

Çocukluğu ve gençliği konusunda elde ayrıntılı bilgi bulunmayan Torricelli'nin İtalya'nın kuzeydoğusunda Faenza'da doğduğu, cizvit okulunda okuduğu, 19 yaşında, çalışmak için Roma'ya gittiği, «*Ağır Cisimlerin Hareketi Üzerine*» adlı ilk bilimsel araştırmasını 32 yaşında yayınladığı bilinir. Söz konusu araştırmada, GALİLEİ'nin formüllerini vermiş olduğu düşen kütlelere ilişkin yasalardan ve bunlarla ilgili deneylerden söz etmiştir. Ayrıca bu yasaları, kaplardan

Torricelli. (sağda üstte)

Torricelli, yalın bir deneyle, Aristoteles'in düşüncesini çürütüp, vakumun varlığını ortaya koydu. (sağda altta) Bir süre sonra da Pascal, bir dağda barometreyle yaptığı deneyle, yükseklerde atmosfer basıncının düştüğünü gösterdi.

akan sıvılara da uygulayan bir yasa öne sürmüştür. Kendi adıyla anılan bu yasa, akan sıvının hızı ile sıvının çıktığı deliğin sıvı yüzeyinden derinliği arasındaki ilişkiyi verir.

Çalışmalarıyla Galilei'nin dikkatini çekerek Galilei'nin yardımcısı olan Torricelli, birkaç ay sonra Galilei'nin ölmesi üstüne çalışmalarını tek başına sürdürerek matematik konusunda büyük ün yaptı. Ayrıca, geliştirdiği teleskoplar için mercekler üretiyor, küçük cam küreleri mercek olarak kullanarak mikroskoplar yapıyordu.

Galilei, emme tulumbalarla 9,7 m'den daha derinden su çekilememesinin nedenlerini araştırmıştı. Bunun, pompa pistonundaki su sütununun söz konusu yüksekliğe geldiğinde kendi ağırlığıyla dağılmasından ileri geldiğini öne sürmüş ve daha yoğun bir sıvının ancak daha kısa bir mesafeden çekilebileceğini düşünmüştü.

Torricelli bu düşünceden yola çıkarak, uzun ve dar bir boruya sudan 13 kez daha ağır olan cıva doldurup, tüpün bir ucunu cıva kabına daldırdı. Tüpteki cıva sütunu 76 cm yüksekliğe düşüp durdu.

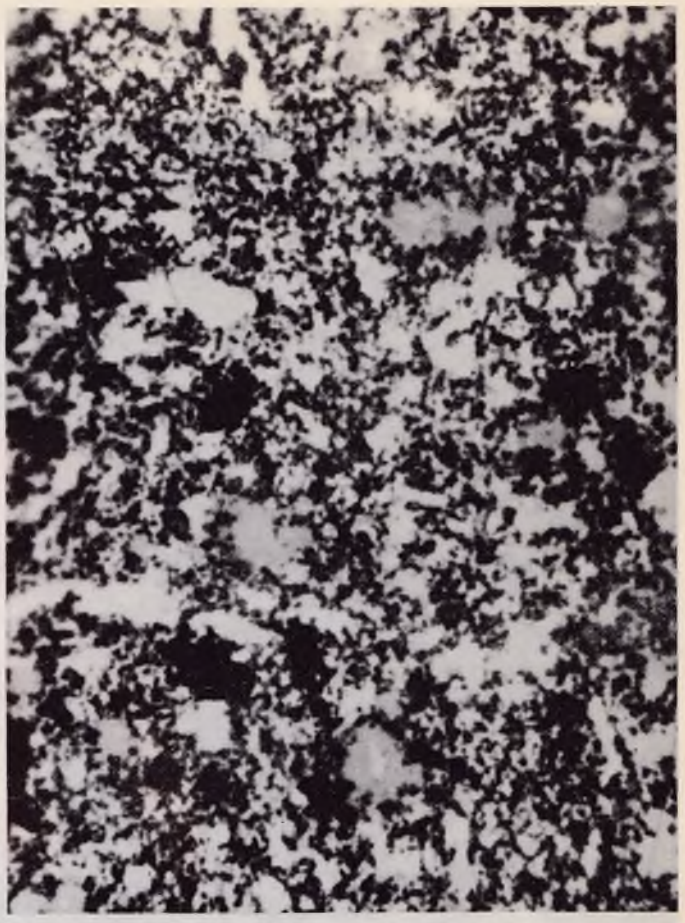
Bu konuda Galilei'nin açıklamasını benimsemeyen Torricelli, cıva sütununun kaptaki cıva üstündeki hava basıncı tarafından desteklendiğini öne sürdü. Cıva sütununun üstünde havasız bir boşluk vardı.

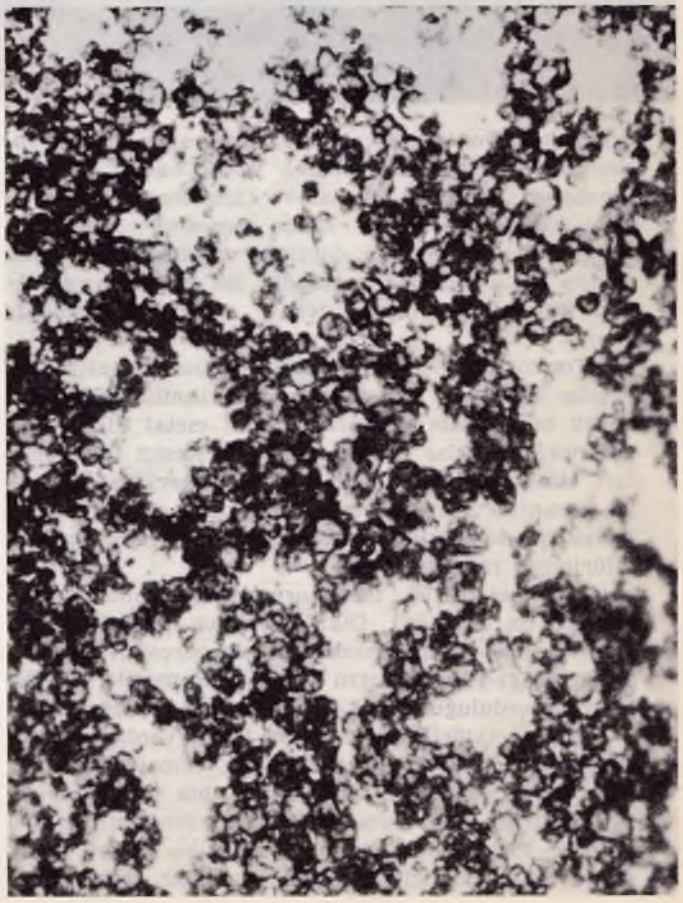
Torricelli'nin ölümünden sonra, cıvalı barometre fizik laboratuvarlarının vazgeçilmez aracı oldu. Günümüzde de, atmosfer basıncının ölçülmesinde en geçerli yöntem olarak kabul edilmekte ve cıva sütunu üstündeki boşluk, «Torricelli vakumu» diye adlandırılmaktadır.

TOZ METALÜRJİSİ

Metal tozlarından parça yapma işlemi olan toz metalürjisi, öteki metalürji yöntemleriyle iyi sonuç alınamayan durumlarda, sık sık başvurulan bir işlemdir.

Geleneksel metalürji, bir metalin, belirli bir biçim verme amacıyla kalıba dökülerek katılaştırılması işlemini kapsar. Ancak, bu yöntem, bazı durumlarda ya iyi sonuç vermez ya da zordur. Sözgelimi, yataklarda kullanılan bakır-kurşun alaşımı gibi bazı alaşımlar, sıvı halden katılaştırıldıkları zaman, bileşenleri çatlayarak ayrılır ve metal büzülür. Bu yüzden, bakır-kurşun alaşımının tozu kullanılır. Toz, bakır kaplı çelik şerit üstüne yayılır ve taneciklerin birbirine bağlanarak kümeleşmesi için 800-900°C'a kadar ısıtılır. Sonra silindirler arasından geçirilerek hadde-





Farklı sinterleme yöntemleriyle elde edilen metal parçalarında yapı farklılıkları ortaya çıkar. (sağdaki iki resim) İki parça da iki metalden oluşmaktadır. Üstteki fotoğrafta görülen parça, düşük erime sıcaklıklı metalin, öteki metal sinterlendikten sonra katılmasıyla elde edilmiştir. Alttaki resimdeyse, metal tozları karışımının sinterlenmesiyle elde edilen yapı görülmektedir.

Bir fırında, demir tozundan yapılan bir parçanın sinterlenmesi. (üstte) Sinterleme işlemi, demirin, erime derecesinin altında bir sıcaklığa ısıtılmasıyla gerçekleştirilir ve parçaya mekanik sağlamlık verir.

lenir. Şerit kesilip parçalara ayrılır, yarım bilezik biçiminde preslenir ve işlenerek yatak haline getirilir. Niyobyum, molibden, tantal ve tungsten gibi metallerin dökümü de zordur. Erime dereceleri çok yüksek olduğu için (2 000 C'ın üstünde) büyük miktarlarda eritilip dökülmeleri elverişsizdir. Bu nedenle, ampullerde kullanılan tungsten teller, tungsten tozundan yapılır.

Toz metalürjisi yöntemlerinden, özel *metalografik yapılar* elde etme amacıyla da yararlanılır. Sözgelimi, belirli büyüklükte gözenekleri olan metal filtreler ve gözenekli yataklar bu yolla üretilir. Kesici takım uçları, elmas beton matkapları gibi çok sert ve aşınmaya dayanıklı ürünler, tungsten ile tantal karbürlerin kobalt içinde dağılımından oluşur ve yalnızca toz metalürjisiyle yapılabilir.

Toz metalürjisi, bazı durumlarda ekonomik bakımdan da üstündür. Dikiş makinası parçaları gibi, seri halde üretilmesi gereken küçük parçalar, bu yöntemle aşağı-yukarı doğru boyutlarda üretilerek, son işlem zorunluluğu büyük ölçüde ortadan kaldırılır.

Toz metalürjisinde üç ana işlem vardır. Önce, metal ya da alaşım tozu hazırlanır. İkinci olarak, elde edilecek parça biçiminde bir kalıpta tozlar, soğukta sıkıştırılır. Son olarak da, parça, denetimli basınç altında, yoğunluğu istenen değere yükselinceye kadar ısıtılır. Bazen, ikinci ve üçüncü aşamalar, «sıcak presleme» adı verilen bir işlemde birleştirilir.

Tozların hazırlanması: Bütün metaller çeşitli yöntemlerle toz haline getirilebilir. Elde edilen tozun yapısı, kullanılan yönteme göre değişir. En az beş önemli yöntem vardır.

Kimyasal bir bileşiğin indirgenmesi: Tungsten ve molibdene uygulanan standart bir yöntemdir. Aynı zamanda bakır, nikel ve kobalt için de kullanılır. Sherritt-Gordon işleminde bakır, nikel ve kobalt, özütleme işleminin bir parçası olarak sulu çözeltiden indirgenirler.

Atomizasyon: Erimiş metal, yüksek basınçlı hava, su, buhar ya da asal gaz akımında katılaştırılır. Elde edilen toz genellikle kaba taneli, ama düzgün ve yoğundur. Atomizasyon yönteminin başlıca uygulama alanı alüminyum üretimidir.

Elektroliz: Elektroliz sürecinin denetlenmesiyle elektrotlar üstünde sert bir kaplama değil, toz halinde tortu oluşması sağlanır. Bakır, demir ve krom tozları bu yolla üretilir.

Tozlaştırma (öğütme): Kolayca kırılan bazı ala-

şımlar, ezme ya da öğütme yoluyla toz haline getirilebilirler.

Bir gazın bozunması: Nikel tozu, nikel karbonilin bozundurulmasıyla elde edilir (Mond yöntemi).

Tozun sıkıştırılması: Bu işlemin amacı, toz tanecikleri arasında metal bağların oluşturulmasıdır. Metale mekanik mukavemet kazandıran sıkıştırma, daha sonra yoğunluğu artırmak için yapılacak olan *sinterleme* (metal taneciklerine, katıya dönüştürmek için, erime derecesinin altındaki bir sıcaklıkta basınç uygulanması) işlemi sırasındaki kütle aktarımında kolaylık sağlar. Sıkıştırma işlemi, mekanik ya da hidrolik pres kullanılarak, bir kalıp içinde yapılır. Toz (ya da toz karışımı), kalıba dökülür ve pistonla sıkıştırılır. Tozlar sıvılara benzemez, kolayca bağdaşık kütleler oluşturmazlar. Bu nedenle, tozun ve kalıbın yağlanması gerekir. Kalıpların biçimi de genellikle karmaşıktır ve birden çok piston kullanılır.

Sinterleme: Sıkıştırmadan sonra parça, sürekli denetlenen bir ortamda ısıtılır. Sinterleme sırasında kütle içindeki boşluklar, atom hareketleriyle ortadan kalkar ve sonunda gözeneksiz, yoğun bir kütle elde edilir. Sinterleme, bölüm bölüm ya da sürekli olarak yapılabilir. Kullanılan fırınlar, gaz ya da elektrikle ısıtılır. Isıya dayanıklı metaller doğrudan akım geçirilerek ısıtılır. Fırının atmosferi genellikle hidrojen, amonyak ve hidrokarbon gazlarından oluşur. Çok kolay tepkime veren titan, krom, tantal ve niyobyum metalleri vakumda sinterlenir. Sinterleme süresi, ısıya dayanıklı metaller için yaklaşık otuz dakika, karbürler içinse birkaç saattir. Sinterleme sıcaklığı, metalin erime derecesinin (Kelvin derecesine göre) üçte ikisi kadar ya da daha fazladır. Sinterleme sırasında ortaya çıkan yoğunlaşma, üretilen nesnenin küçülmesine de neden olur. Ama bu özellik, önceden bilindiği ve üretim ona göre yapıldığı için, herhangi bir sakınca yaratmaz.

TRAKTÖR

Günümüzde, çiftliklerde en sık raslanan araçlardan biri traktördür. Bu araç, dünyanın gelişmiş bölgelerinde hayvan gücünün yerini almıştır.

İlk traktör, 1889 yılında, Chicago'da Charter motor şirketi tarafından geliştirildi. Bu, bir buhar makinası şasisine monte edilmiş, tek silindirli benzin motorlu bir araçtı. Başka firmalar ve kişiler de başarılı makinalar yaptılar.

Birinci Dünya savaşı sırasında traktörlerin kullanılmaya başlanmasıyla, büyük topraklar işlendi ve daha çok ürün elde edildi. A.B.D'nde çeşitli firmaların yaptığı pek çok traktör, öteki ülkelere satıldı.

Traktörlerin yapılarında en büyük değişiklik, Harry Ferguson tarafından gerçekleştirildi. Ferguson, hidrolik denetimli *bağlantı sistemi*ni geliştirdi. Üçlü nokta bağlantı sisteminin kullanılmasıyla, PULLUK ya da KÜLTİVATÖR, kullanışlı biçime sokularak, traktörün bir parçası haline getirildi. Toprağın araca karşı direnciyse, üst bağlantıya geçirildi. Böylece bu direnç, denge sağlayan bir güç haline sokuldu.

Traktörler genellikle dört tekerleklidir ve arka tekerleklerden tahrik edilir. Motor, dişli kutusu ve aktarma organları ayrı bir şasiye gerek kalmayacak biçimde düzenlenmiştir.

Bu düzenleme, ilk kez 1913 yılında, Wallis traktör şirketi tarafından Ohio'da denenmiş ve Ford tarafından başarıyla uygulanmıştır. Motor ve debriyaj doğrudan doğruya dişli kutusuna, dişli kutusu da öteki aktarma organlarına bağlıdır. Bu yapı, makina için sağlam bir omurga oluşturur. Çeşitli tarım aletleri için bağlantılar, traktörün arkasında ve yanlarında yeralır.

Modern traktörlerde genellikle bir kapalı sürücü kabini bulunur. Kabin, sürücüyü, hem kötü hava koşullarından korur, hem de traktörün devrilmesi durumunda sürücünün yaralanmasını önler. Araç ayrıca, gece çalışmaları için ön ve arka farlarla donatılmıştır.

Traktör tipleri: Traktörlerin gücü, 20-280 beygirgücü arasındadır. Bu güç, traktörün büyüklüğüne ve kullanılış amacına göre değişir. Bağ ve bahçelerde kullanılan traktörler, dar ve küçük yapılır. Tekerleklerine de bitkilere ve dallara zarar vermeyecek biçimler verilir. Bunlara «*bahçe traktörü*» denir. Küçük, dört tekerlekli traktörlerse, çekme güçlerinin yüksek olması nedeniyle, dağlık arazilere elverişlidir.

Günümüzde, mısır, pamuk, patates ve çeşitli sebzeler gibi sıralar halinde ekilen ürünlere zarar vermeyen, yerden yüksek traktörler de geliştirilmiştir. Bu traktörlerin önüne, arkasına ve altına bağlanan uygun araçlarla, aynı anda iki ya da daha çok iş birden yapılabilir. Sözgelimi, toprağı kazma ve ilaç dökme iş-

İvel traktörü. (üstte) 1903'te yapılan bu aracın iki zamanlı, tek silindirli motoru ve bir döner supabı vardı. Gazyağı ile motor yağı karışımından oluşan bir yakıtla çalışıyordu. Bir ileri, bir geri vitesi olan motorda, sürtünmeli kavramadan ve zincirle tahrikten yararlanılmıştı.

lemleri aynı anda yapılabilir. Bu tür traktörler üç tekerlekli araçlara benzerler. Arkada iki büyük tekerlek, önde de, ya tek ya da birbirine yakın iki tekerlek bulunur.

Genel amaçlı tarım traktörleri, 30-120 beygirgücündedir. Bu traktörler, çeşitli koşullarda çalışabilir ve sürme, ekme, biçme, ilaçlama, başka araçlar çekme gibi görevleri yerine getirebilirler.

Daha verimli olduğundan ve daha iyi çektiğinden, günümüzde genellikle dört tekerlekten tahrikli traktörler üretilmektedir. Bahçe traktörleri gibi özel tipler dışında, 75-250 beygirgücünde, yüksek güçlü bu araçlarda, bir aktarma dişli kutusundan öndeki aksa uzanan tahrik şaftı ve bazı durumlarda, her ön tekerlekte bir hidrolik motor yeralır.

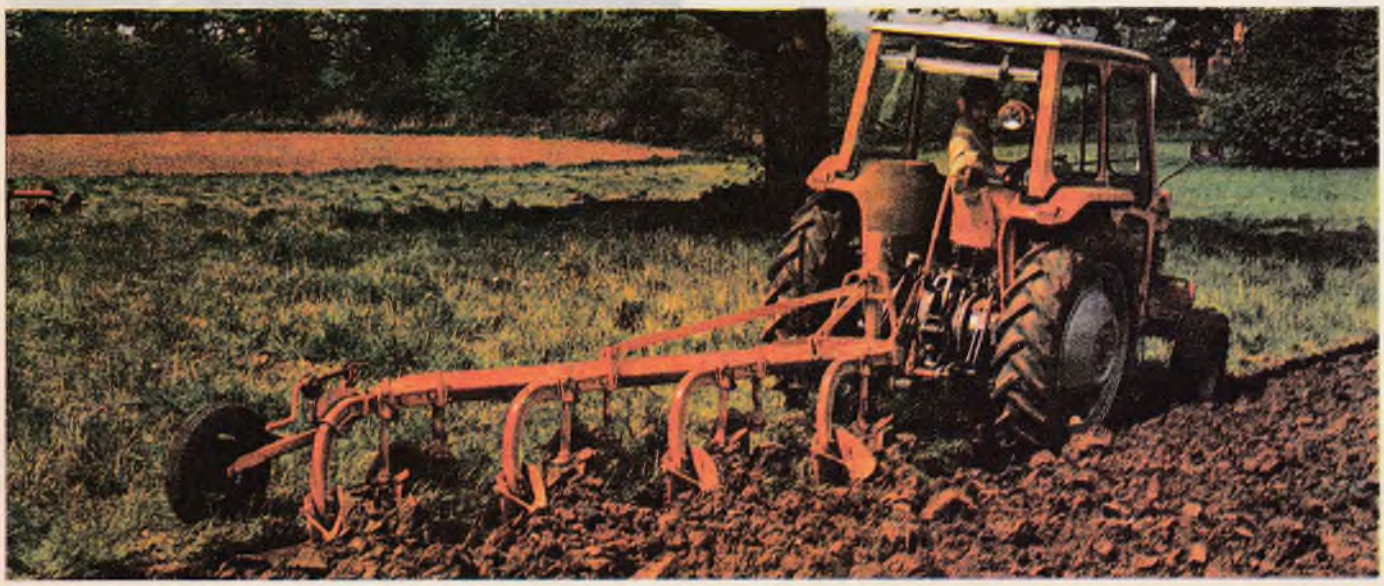
Daha büyük araçlar, engebeli arazide çok yüksek çalışma verimi sağlarlar. Direksiyon mekanizmaları çeşitlidir. Bazı traktörlerde yalın ön tekerlek kumandası sistemi, bazılarında da dört tekerlek kumandası sistemi vardır. Traktörler mafsallı da olabilir. Bu sistem, daha küçük bir dönme yarıçapı ve iki parçanın farklı açılara uyması gibi bir üstünlük sağlar. Mafsallı traktör, toprağı daha sıkı kavrayabilir.

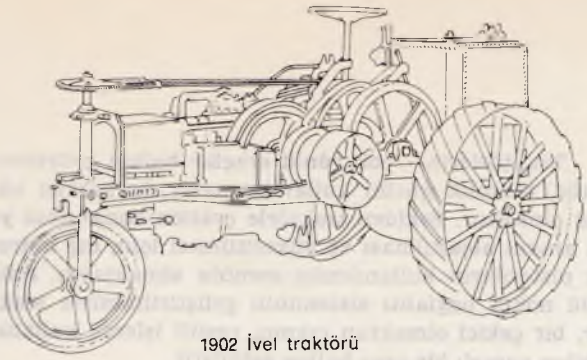
Nemli topraklarda paletli traktörler daha elverişlidir. Lastikleri aşındıran kuru sert topraklarda da paletli traktörler yeğlenir. Paletli traktör, tekerlekli türden daha yavaş çalışır, ama daha büyük araçları çekebilir.

Traktörlerin yapısı: Günümüzün traktörlerinde aşağı yukarı yalnızca DİZEL MOTORU kullanılmaktadır. İyi bir *moment karakteristiği* olan bu motorlar çok ekonomiktir. Motorlar genellikle 1-8 silindirlidir. Motor gücünü yükseltmek için türboşarjörler de kullanılabilir. Pek çok araçta dört zamanlı motor kullanılır. Marş motoruyla çalıştırma, artık dünyanın her yanında uygulanan temel yöntemdir. Motor genellikle regülatörlüdür ve çalışma hızı 800-2 800 devir/dakika arasında değişir. Traktörlerde hava soğutmalı motorların da kullanılabilmesine karşılık, su soğutmalılar daha yaygındır. Çalıştırıldıkları ağır koşullardan ötürü, traktörlerin etkili hava ve yağ filtreleriyle donatılması gerekir.

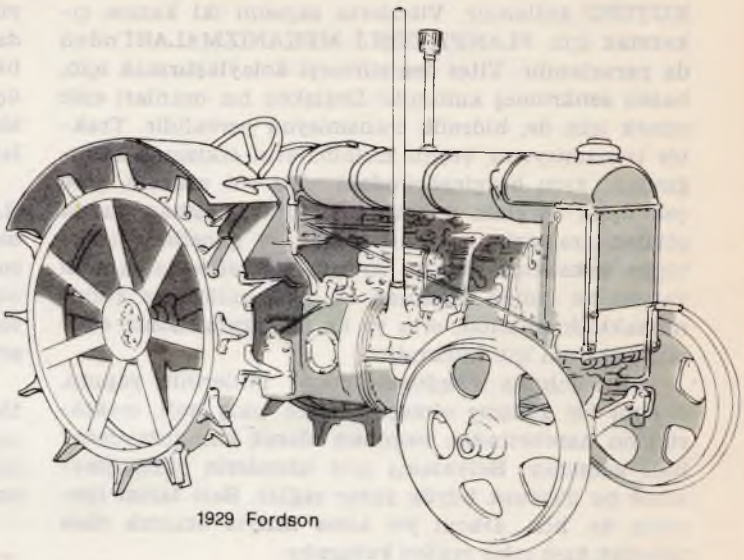
Traktörlere çok güçlü DEBRİYAJ'lar takılır. İki aşamalı çalışan bu debriyajlar, vantilatörle soğutulur. İlk aşamada makinanın ön hareketi durdurulur, ikinci aşamada da *çıkış mili* ve hidrolik pompa durur.

Pek çoğu (sözgelimi patates tarımı) belirli hızlar gerektiren çeşitli çalışma koşulları nedeniyle traktör-





1902 İvel traktörü



1929 Fordson

MF 1 200 tipi, kabinli traktör. (solda üstte) 110 BG'lük altı silindirli bir motoru olan bu traktör, dört tekerlekten tahriklidir; bağımsız çıkış miliyle ve hidrolik sistemle donatılmıştır. Resimde MF 270 tipi bir pulluğu çekerken görülmektedir.

Dört silindirli 69 BG'lük motorlu, bir MF 168. (solda altta)

İki eski (üstte ve sağda) ve bir yeni (altta) traktör.

egzoz
arka far
yan farlar
bağlantı
farlar
12 V akü
6 vitesli dişli kutusu
direksiyon çubuğu
denge ağırlıkları
47 BG'lük üç silindirli dizel motoru
çıkış mili ve kilitlenebilir diferansiyel

lerde çok sayıda ileri vites bulunur. Bu yüzden, ikinci bir dişli takımıyla birlikte, üç ya da dört hızlı DİŞLİ KUTUSU kullanılır. Viteslerin sayısını iki katına çıkarmak için PLANET DİŞLİ MEKANİZMALARI'ndan da yararlanılır. Vites değiştirmeyi kolaylaştırmak için, bazen senkromeş kullanılır. Değişken hız oranları elde etmek için de, hidrolik transmisyon gereklidir. Traktör transmisyonu, çeşitli zorlamaların etkisinde kaldığından, aynı beygirgücündeki bir yol aracına göre çok daha sağlam yapılır. Çıkış mili, taşınan ya da çekilen araçlarla bağlantı sağlar ve genellikle traktörün arkasında yeralır. Ancak, son yıllarda, aracın yanına ve önüne bağlanan ek çıkış milleri de kullanılmaktadır. Bunlar, orta ya da ön tarafa monte edilmiş donanım için kullanılır.

1947 yılında *bağımsız* çıkış millerinin yapımı, önemli bir gelişme olmuş, böylece çıkış mili, traktörün ön hareketinden bağımsız olarak kullanılabilecek hale gelmiştir. Balyalama gibi işlemlerin yürütülmesinde bu düzenek büyük yarar sağlar. Bazı tarım işlerinde de, hızı, aracın yol alma hızıyla orantılı olan *tekerlek hızlı çıkış milleri* kullanılır.

Beş bıçaklı pulluk çeken bir paletli traktör. (altta) Bu tür traktörlerin çekme gücü, öteki tiplerden daha fazladır.

Traktörlerin çok yönlü araçlar haline getirilmesinde, hidrolik gücün kullanılmasının da katkısı büyük olmuştur. Eskiden traktörle çekilen donanımın ya da aracın alçaltılması ve yükseltilmesi için, dış hidrolik pistonların kullanılması zorunlu olmaktaydı. Ama üçlü nokta bağlantı sisteminin geliştirilmesiyle traktör, bir çekici olmaktan çıkmış, çeşitli işlerde kullanılabilen yararlı bir araç haline gelmiştir.

Genellikle bir ayak pedalıyla çalıştırılan DİFERANSİYEL kilidi, diferansiyelin normal biçimde çalışmasını engelleyen bir mekanizmadır. Zor çalışma koşulları altında bu mekanizma, motor gücünün bütünüyle iki arka tekerleğe geçirilmesini sağlar. Böylece, tekerleğin dönmesi yavaşlar ve traktörün yumuşak arazide yol alması kolaylaşır.

Traktörde FREN'ler de büyük önem taşır: Traktörde frenler, yalnızca aracı durdurmak için değil, tarlada sert dönüşlere yardımcı olmak için de kullanılır. Güçlü hareketleri, dirençleri ve uzun ömürleri nedeniyle genellikle disk frenler kullanılır.

TRAMVAY VE TROLEYBÜS

Dünyanın ilk tramvay hattı, 1832 yılında New York'ta kuruldu. «New York-Harlem hattı» adı verilen, 1,6 kilometre uzunluğunda olan bu tramvay hattında, atların çektiği, her biri 30 kişi alan iki araç çalışmaktaydı.

Atlı tramvay, çelik raylar üstüne oturmuş çelik tekerleklerin daha yumuşak bir sürüş sağlaması ve sürtünmenin daha az olması nedeniyle atlı arabadan üstündü. Raylı sistemle, atların çektiği yük iki katına çıkıyordu. Ayrıca, tramvaylarda fren vardı; oysa atlı arabaların durması yalnızca atlara bağlıydı. A.B.D'nden sonra Avrupa'da da tramvay hatları kurulmaya başlandı. Paris'te ilk tramvay 1853 yılında hizmete sokuldu. Türkiye'deyse ilk tramvay hattı 1869 yılında işletmeye açıldı.

Kendinden tahrikli tramvaylar: 1859 yılında Ohio'da buharlı tramvaylar denendi. Aynı deneme 1873'te Londra'da da yapıldı. Ne var ki, buharlı tramvaylar pek başarılı olmadı: Atlı tramvaylar için yapılmış raylar, lokomotifin ağırlığına dayanamıyordu.

Çözüm, *kablolu* taşıtlarla bulundu. Tramvay yolunun ucuna yerleştirilmiş güçlü buhar makinalarıyla çekilen kablolar, yolun altındaki oluklara döşeniyor ve araçtaki bir bağlantı yerine takılıyordu. Bu sistem, A.B.D'nin çeşitli kentlerinde uygulandı ve 1890 yılında kablolu tramvay yollarının uzunluğu 805 kilometreyi buldu. (Bk. KABLOLU ULAŞIM ARAÇLARI).

Tramvaylar için en elverişli enerji kaynağı, elektrikti. Ne var ki, bu sisteme geçmek kolay olmadı. Aküler çok ağırdı. Oturma yerlerinin altına yerleştirilen akülerle çalıştırılan bir elektrikli tramvay, 1883 yılında Londra'da denendi, ama deney ancak bir gün sürdü.

A.B.D'nde ve Almanya'da elektrik santrallarından tramvaya enerji vermek için çeşitli çalışmalar yapıl-

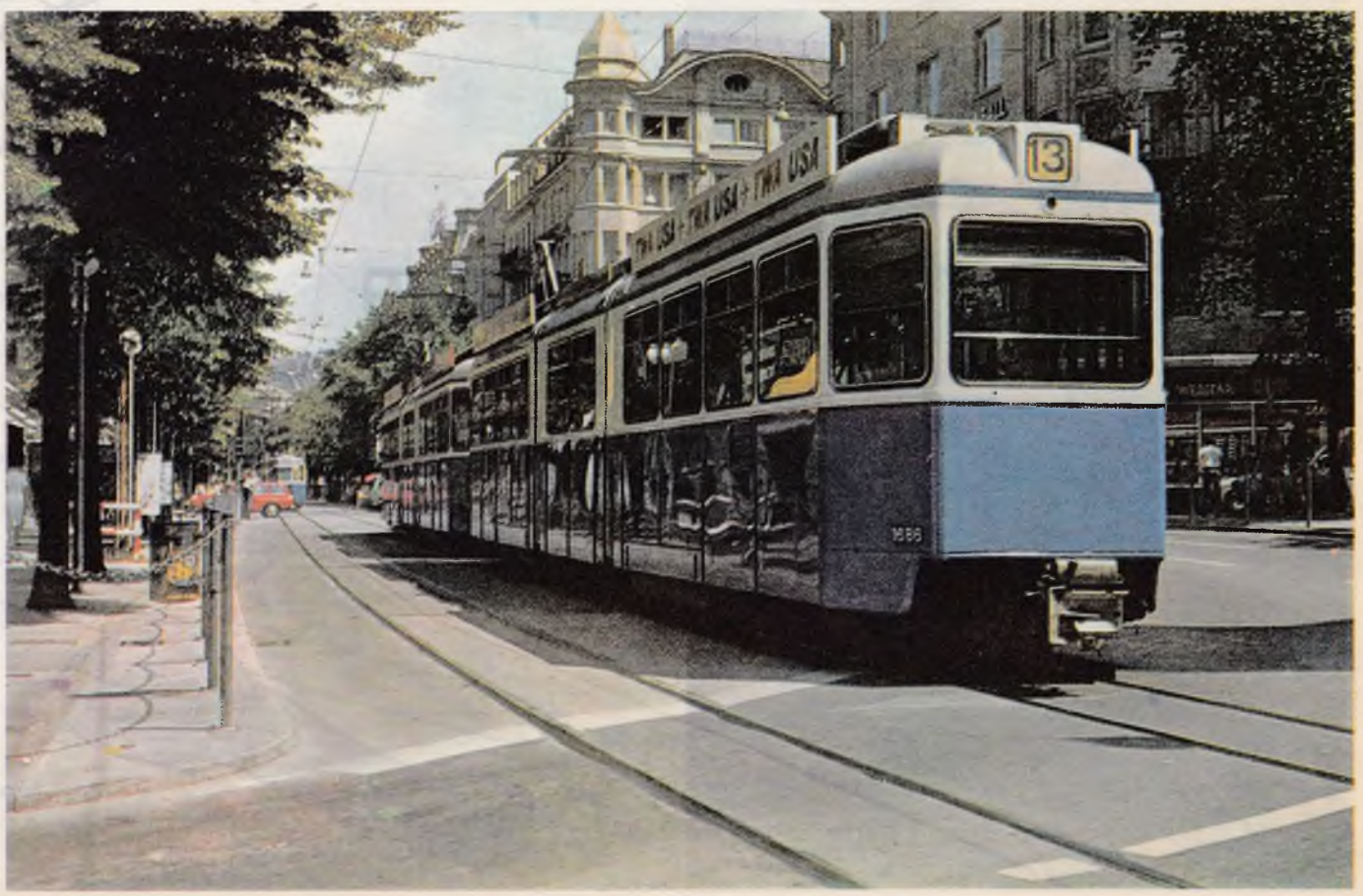
dı. Bu alandaki ilk başarılı uygulamada, tramvaya, bir havai hattan elektrik veriliyor, devre, tekerlekler ve raylarla tamamlanıyordu. Atlı arabalardan uyarlanan tramvayların önüne ya da arkasına bir motor takılıyordu. Motor ile dingil arasındaysa zincir bağlantısı yeralıyordu.

İlk elektrikli tramvayların dört tekerleği vardı ve iki dingil, keskin virajların alınması için birbirine yakın yerleştirilirdi. Zamanla daha büyük araçlara gereksinim duyulunca, iki uca birer boji yerleştirildi. Bu tip içine giren tek bölmeli araçlarda genellikle bir tek sürücü ve bir ya da iki tane biletçi yeralıyordu. İki bölmeli araçlarsa, bazen ek vagonlar çekiyordu.

Başlıca iki güç sağlama sistemi vardır: Havai; yeraltı. Eskiden havai hatlar üstünden elektrik alınırdı, ama günümüzde genellikle telin altına dayanan PANTOGRAF'lar kullanılmaktadır. Yeraltı sistemiyse, ilk kablolu tramvaylarda kullanılan oyuklardan türetilmiştir. Ancak burada, hareket eden bir kablo yerine, akım sağlayan raylar vardır. Tramvaydan uzanan sürtünme kontağı, kanalın içine girip, söz konusu raydan elektrik alır.

San Francisco'da kablolu bir tramvay. (sağda) Araç, yeraltındaki olukta yeralan kabloyla çekilir.

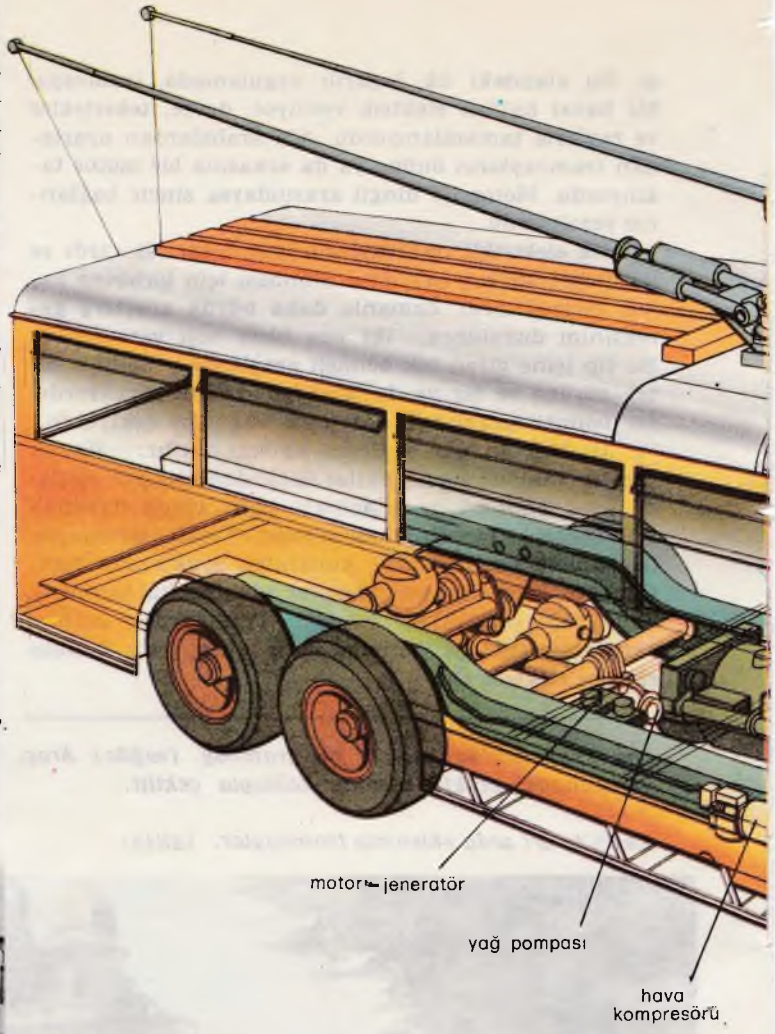
Zürih'te art arda eklenmiş tramvaylar. (altta)



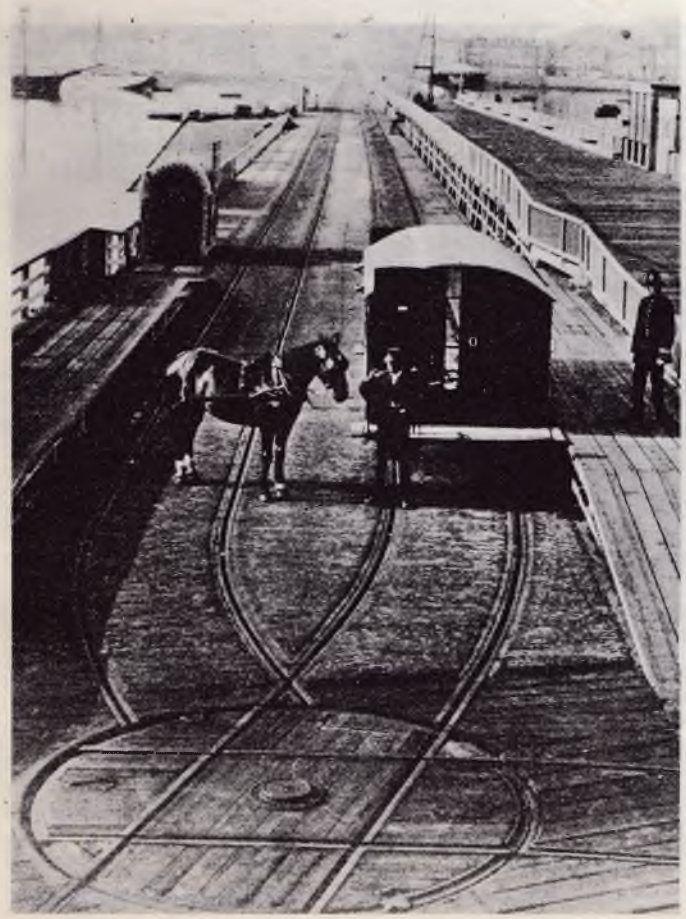
TRAMVAY VE TROLEYBÜS

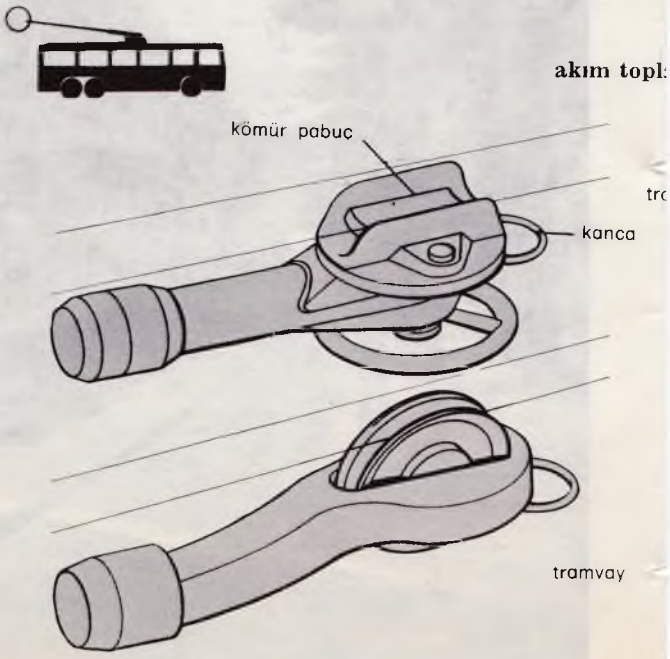
Tramvaylar, her bölmede bulunan bir kumanda aygıtı aygıtıyla sürülürler. Tek motorlu bir araçta bu sistem, gücün, bir dirençten ve motordan geçmesini sağlar. Direnç miktarı, motora istenilen ölçüde elektrik vermek için elle ayarlanabilir. İki motorlu araçlarda daha ekonomik bir yöntem kullanılır. Çalışmaya başlarken iki motor seri olarak bağlanır. Böylece, her motor, gücü sırayla alır (gerçekte, her motor gerçek gücün yalnızca yarısını alabilir). Gücün miktarı, direnç öğeleriyle düzenlenir. Hız yükseldikçe, kumanda aygıtı, motorların paralel bağlandıkları başka bir sisteme geçirilir. Böylece, her motor, akımı paylaşmak yerine, doğrudan doğruya kaynağın kendisinden alır. Kumanda aygıtı ayrıca, elektrikle frenleme sağlar. Frenleme, motor bağlantılarının değiştirilmesiyle elde edilir. Böylece motorlar, jeneratör gibi çalışır, toplanan enerji de direnç öğeleri tarafından alınır.

Tramvayların, otobüsler gibi kolayca yollarını değiştirememeleri ve yolcuların inip binmesi için kaldırıma yanaşamamaları, dünyanın birçok ülkesinde yerlerini, otobüs ve troleybüslerin almasına yolaçmış-



1870 yıllarında İngiltere'de kullanılan atlı tramvay. (altta) Resmin altında döner makas görülmektedir. Raylar sürtünmeyi azalttığından, atlar, bu araçları atlı arabalardan daha kolay çekiyorlardı.





tır. Bununla birlikte, bazı özelliklerinin değiştirilmesiyle, hâlâ birçok yerde HIZLI ULAŞIM SİSTEMLERİ olarak varlıklarını korumaktadırlar.

Troleybüs: Tramvayların belirli bir yol izleme zorunluluğunun getirdiği sakıncalar, bir tür raysız tramvay olan troleybüsün geliştirilmesine yolaçtı. İlk troleybüsler, 1880 yıllarında, A.B.D'nde ve Almanya'da yapıldı. Bu araçların akım alma sistemleri, iki tel ile toplayıcı kollara dayanmaktaydı.

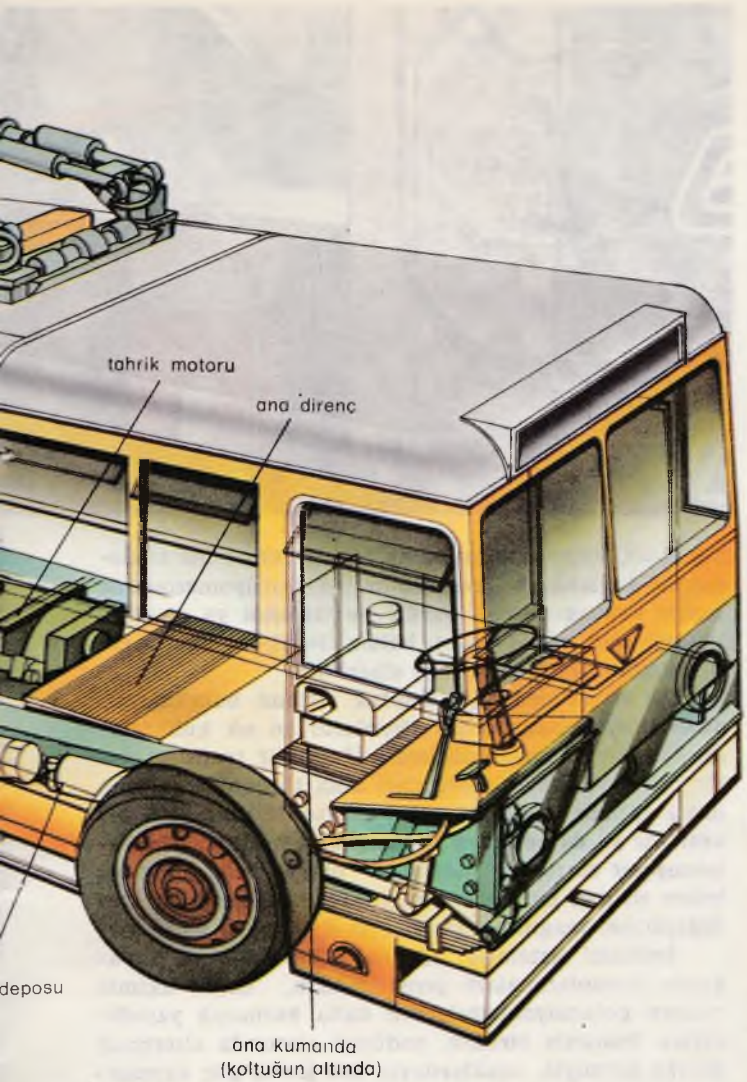
Troleybüsler, toplama kolları dışında, bütünüyle otobüse benzer. Londra'nın 1931 yılında hizmete giren ilk troleybüsü, 6 tekerlekli otobüs şasisi üstüne yapılmış bir araçtı. Ama benzinli motor yerine, elektrikli motor takılmıştı.

Tipik bir troleybüste, yayla boşta tutulan, pedalla çalışan bir ana kumanda ile geri çevirici bir mani-

---

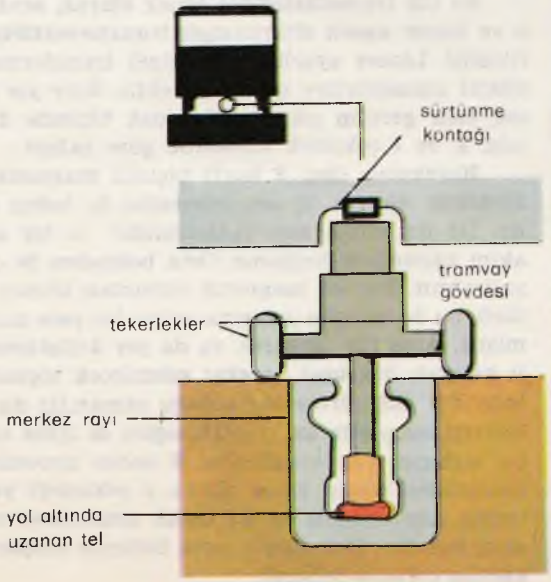
Lastik tekerlekli troleybüs. (solda) Bu araç elektriği, üstündeki tellerden almaktadır. Solda alttaki çizimlerde üç tip akım toplayıcı görülmektedir: Havai hattan elektrik alan iki kol ve bir yeraltı sistemi.

Hong Kong'da iki katlı elektrikli tramvay. (altta) Elektrikle tahrik sessiz ve temizdir. Bu yüzden tramvay, hareket kabiliyetinin az olmasına karşın, birçok kentte kullanılmaktadır.



ıma araçları

leybüs



vela vardır. Bazı fren sistemleri elektrikli motorla denetlenir. Ama daha güvenilir olmaları nedeniyle, genellikle mekanik frenler yeğlenir. Tramvayların dünyanın pek çok yerinde kullanılmamasına yolaçan kısıtlamalar, bir ölçüde troleybüsler için de geçerlidir. Troleybüsler de, tramvaylar gibi, havai hatların bulunmadığı yerlerde yol alamazlar. Bu yüzden, günümüzde kullanımları azalmaktadır.

TRANSDUSER Bk. **TRANSDÜKTÖR**

TRANSDÜKTÖR

Transdüktör («transduser» de denir), enerjiyi, bir halden ötekine dönüştüren bir aygıttır. Sözgelimi MİKROFON, bir transdüktördür ve ses enerjisini, elektrik enerjisine çevirir. Doğrudan ölçülemeyen herhangi bir *parametre*nin ya da niceliğin ölçülmesi gerektiğinde ve hesaplamalar için bu parametrelerden veri çıkarılması istendiğinde, transdüktör gereksinimi ortaya çıkar. En sık raslanan transdüktörler arasında, otomobillerde kullanılan yağ basıncı göstergeleri ile benzin göstergeleri sayılabilir. Bunlar, görüntülenmiş bir çıkış sağlarlar. Ancak genellikle, verileri elektrik sinyalleri halinde almak daha uygun olduğundan, günümüzde kullanılan transdüktörlerin çoğu, ölçülmek istenen parametreyi elektrik sinyalleri halinde verir. Sinyalin büyüklüğü, ölçülecek nicelikle orantılıdır.

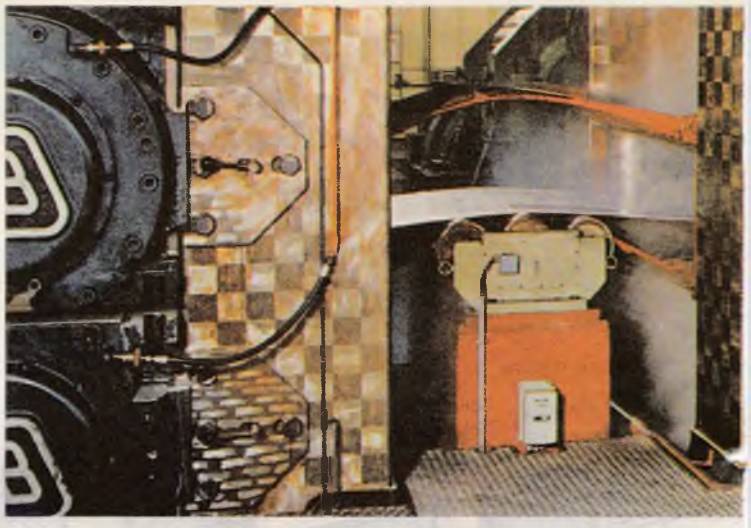
Otomobillerin benzin göstergesi, elektrikli transdüktörlerin iyi bir örneğidir. Burada bilinmek istenen, depo içindeki benzin düzeyidir; ama bunu dolaysız yoldan ortaya çıkarmak genellikle olanaksızdır. Eskiden bu amaçla mekanik yöntemlerden yararlanılmıştır, ama elektrik enerjisinden yararlanmak daha elverişlidir.

Benzin deposu üstüne monte edilen transdüktör, başlıca iki öğeden oluşur: Benzinin azalıp çoğalmasına bağlı olarak aşağı-yukarı yer değiştiren bir şamandıra; bu şamandıraya bağlı olan ve mekanik yer değiştirmeyi elektrik sinyaline dönüştüren bir POTANSİYOMETRE. Elektrik sinyali daha sonra, kabloyla göstergeye iletilir.

Bu örnekte de ortaya çıktığı gibi, transdüktör iki aşamalıdır. Önce yer değiştirme parametresi, ardından da bu parametrenin elektrik çıkışı elde edilmektedir. «*Yer değiştirme transdüktörü*» de denilen bu aygıt, temel tiplerden biridir.

Transdüktörler genellikle, çalışma biçimlerine göre adlandırılırlar. Sözgelimi, yakıt göstergesi, *potansiyometrik transdüktör*dür; yer değiştirmeden yararlanarak, potansiyometreyle elektrik sinyali çıkışı sağlar. Piezoelektrik basınç transdüktörüyse, diyafram ya da kapsül mekanizmasıyla basıncı algılar ve bir piezoelektrik billurdan elektrik sinyali çıkışı verir.

İndüktif transdüktörler: Potansiyometrenin kullanım alanı geniştir. Ne var ki, bazı sakıncalar taşıdığından, genellikle potansiyometre yerine bir transdüktör kullanmak gerekebilir. Potansiyometrelerde kayıcı kontak sistemi vardır ve titreşim ya da sürtünmelerden ötürü, kayıcı bölüm ile direnç öğesi arasında istenmeyen kontaklar oluşabilir.



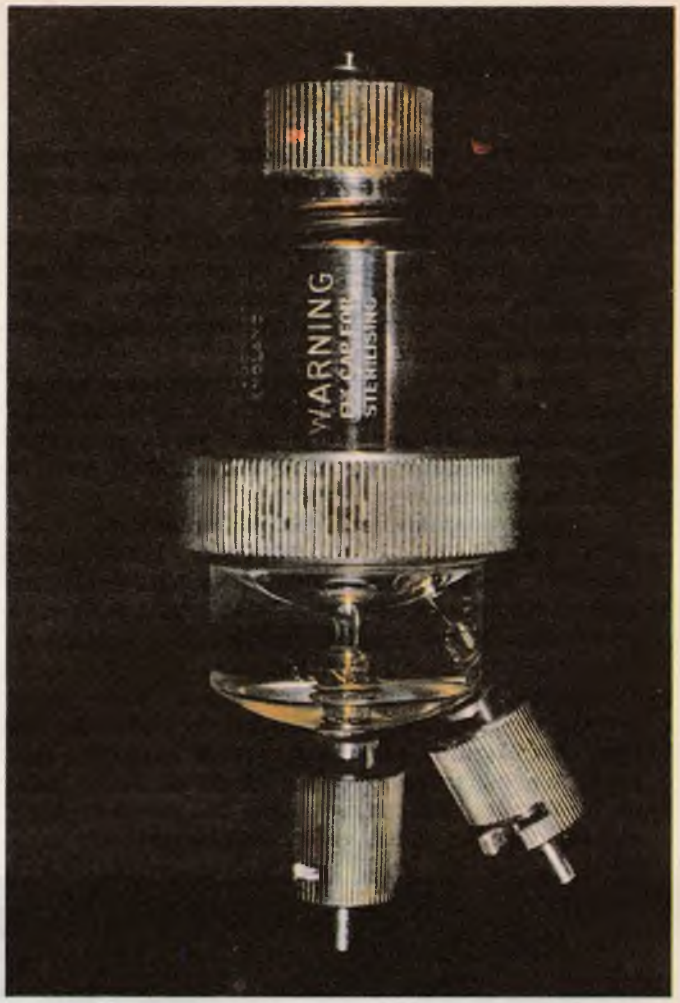
Bu sorun nedeniyle kontak sistemi bulunmayan düzenekler geliştirilmiştir. Bunların en sık kullanılanı, *indüktif transdüktör*lerdir. İndüktif transdüktörler, çeşitli biçimler alabilirler, ama tümünün çalışma ilkesi aynıdır. İndüktif transdüktörde, hareketli bir armatür ya da çekirdek ile magnetik malzemeden yapılmış bir stator ve magnetik olarak bağlanmış bir bobin sistemi bulunur. Armatürdeki herhangi bir yer değiştirme, magnetik alanda da değişmeye yolaçar.

İndüktif sistemler, alternatif gerilimle ya da akımla kutuplanmaları gerektiğinden, doğru akımla çalışan potansiyometrelerden daha karmaşık yapıdadırlar. Bununla birlikte, endüstri alanında alternatif şebeke akımıyla, uçaklardaysa 400 Hz'lik güç kaynaklarıyla çalışabilirler.

Bu tür transdüktörlere örnek olarak, *senkro ayarlı* ve *lineer ayarlı diferansiyel transformatörler* gösterilebilir. Lineer ayarlı diferansiyel transformatör, indüktif transdüktöre iyi bir örnektir. Sıfır yer değiştirme, sıfır gerilim çıkışı sağlayacak biçimde düzenlenmiş, *E* ve *I* çekirdek ilkelerine göre çalışır.

Hareketsiz öğe, *E* harfi biçimli magnetik bir çekirdektir. Harfin üç ucu çevresine üç bobin sarılmıştır. İki dış bobin seri bağlantılıdır ve bir alternatif akım kaynağına bağlanır. Orta bobinden de çıkış sinyali alınır. Bir tek magnetik çubuktan oluşan *I* armatürü, bu üç bobinin uçlarına yakın bir yere monte edilmiştir. Armatür, dönerek ya da yer değiştirmeye bağlı kalarak doğrusal hareket edebilecek biçimde ayarlanır. Yer değiştirme sıfır olduğu zaman, iki dış bobinin ürettiği magnetik akı, *I* çekirdeğini de içine alır. Bunlar birbirini yok ettiğinden, *E* bobin sisteminin orta bobininden sinyal çıkışı olmaz. *I* çekirdeği yer değiştirirse, akı dengesi ve iki bobin arasındaki magnetik alan bozulur. Dolayısıyle, orta bobinde oluşan akı, bir gerilim çıkışına yolaçar.

Şerit gerilmeölçeri. (solda) Şerit, üç merdaneye bağlı iki kuvvet transdüktörü üstünden geçerken, gerilimin düşey bileşeni ölçülür.
Kan basıncı transdüktörü. (sağda üstte) Kalp atışı nedeniyle basınç değişikliği, nabız vuruşları halindedir. Transdüktör, basınçtaki değişiklikleri saptar.
Genel amaçlı havacılık basınç transdüktörü. (sağda altta) Yükseklik, kabin basıncı, motor basıncı gibi parametreleri ölçer.



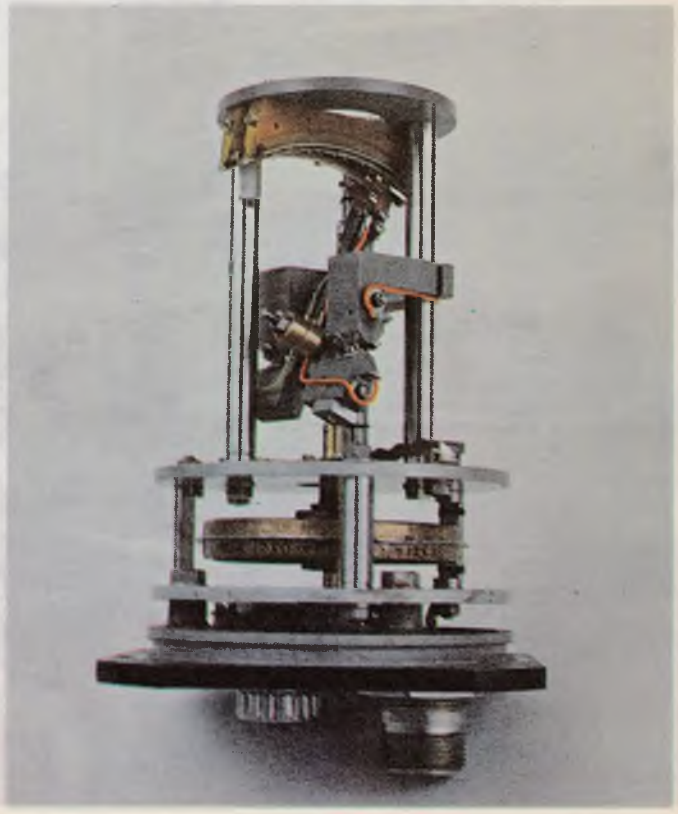
Bu gerilimin büyüklüğü, yer değiştirme miktarına göre değişir. Ayrıca, yer değiştirmenin doğrultusuna göre bir faz ilişkisi de doğar. Sürtünme ve kirlenme en düşük düzeydedir. Bu sistem, transdüktörler dışında, endüstride, servo denetim sistemlerinin (Bk. SERVOMEKANİZMA) bir parçası olarak, mekanik araçların hareket miktarını ölçmede de kullanılır.

Kapasitif transdüktörler: Bu transdüktörler mekanik açıdan son derece yalındır. İki plakalı bir KONDANSATÖR ortaya çıkaracak biçimde yerleştirilmiş, aralarında boşluk bulunan iki iletken levhadan oluşurlar. Sığa değeri, kullanılan dielektrik ortama, levhalar arası uzaklığa ve levhaların yüzeyine bağlıdır. Bunlardan biri değiştiğinde, uygun devre sistemleri kullanılarak, sığa değerinde ortaya çıkan değişme ölçülebilir.

Kapasitif transdüktörler, mekanik bakımdan yalın olmalarına karşılık, elektrik yönünden güçlük yaratabilirler. Bu yüzden, söz konusu transdüktörler, özellikle gerekli oldukları yerler dışında pek kullanılmazlar.

Uzama telleri: Adından da anlaşıldığı gibi uzama telleri (streyngeyç ya da uzarölçer de denir), yapı ve malzemelerde oluşan uzamayı ölçmede kullanılırlar. Ayrıca, mekanik sistemlere bağlanarak yer değiştirmeleri de ölçebilirler. Elektrikli kantarda, yer değiştirme yerine, bir çubuğun eğilmesinden yararlanılır. Uzama teli çubuk üstündeki birim uzamayı, dolayısıyle ağırlığı verebilir.

Uzama teli, elektrik direnci olan, tel parçası gibi iletken bir öğeden oluşur. Eğer bu öğe mekanik olarak uzatılırsa, boyu uzayıp eni daralacağından, direnci de uygulanan zorlanmayla orantılı biçimde artacaktır. Böylece ölçülen direnç artışı, kuvvetle orantılı olacaktır. Bu tür bir serbest tel sistemine, «*bağlantısız* uzama teli» adı verilir ve kolayca kopup kırılabileceğinden, transdüktörün bir parçası olarak düzenlenmelidir. Köprülerin ve yapıların zorlanmaları, normal olarak, *bağlı* uzama telleriyle ölçülür. Bağlı uzama teli genellikle, iletken malzemeden yapılmış ızgara biçimli bir tel parçası ya da bir folyo halindedir. Tel, ölçümü



yapılacak yapı üstüne yapıştırılır. Yapı yüzeyindeki biçimsel değişmeler, ızgara biçimini de bozacağından, bir direnç değişikliği oluşur.

Yarıiletkenli uzarölçerler, piezorezistif etki ilkesine göre çalışır. Bunlar, telli tiplerden daha duyarlıdır. Ama sıcaklığa da aşırı derecede duyarlı olduklarından, ancak uygun ısıl dengeleme önlemleri alınarak kullanılabilirler.

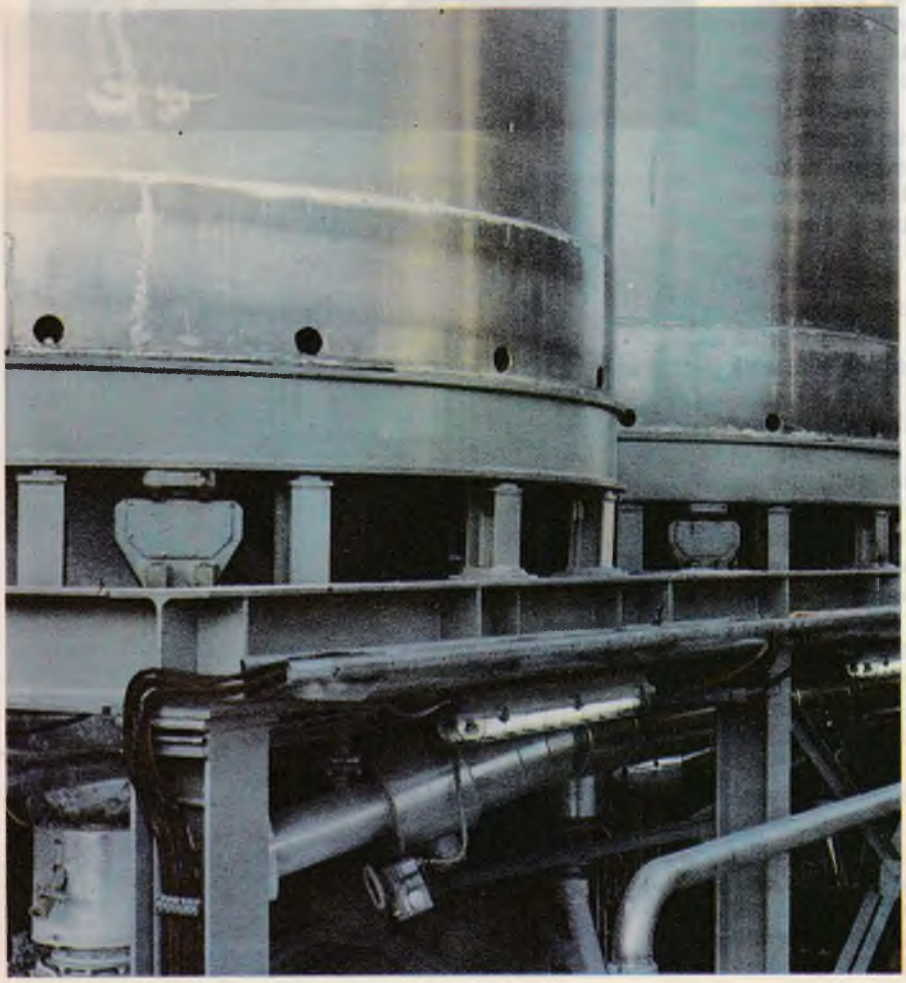
Uzama telleri dışındaki rezistif transdüktörler arasında *fotodirenç* (Bk. FOTOSEL) ile motor sıcaklıklarını ölçmede kullanılan, bir nikel ya da platin telden oluşan *termistor* (Bk. TERMOELEKTRİK AYGITLAR) sayılabilir.

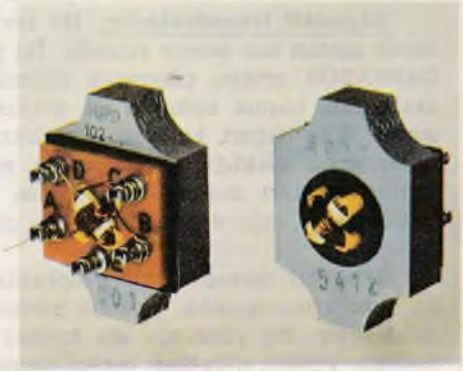
Öteki transdüktörler: Yukarda anlatılanların dışında, AKIŞÖLÇER, RÜZGARÖLÇER, İVMEÖLÇER, termoçift, sesötesi transdüktörleri ve HOPARLÖR'ler gibi transdüktörler de vardır. CAYROSKOP ilkesine göre çalışan transdüktörler, uçaklardaki aygıtlarda ve NAVİGASYON sistemlerinde kullanılır.

Serbest cayroskop, yer değiştirmeyi ölçer. Buna bir yay sistemi eklenirse, açısal hız da ölçülebilir. Bu tipe, «*hız cayrosu*» denir. Hız cayrosu bileziğinin hareketi bir *hız transdüktörü*yle ölçülürse, açısal ivme de ölçülebilir. Hız transdüktörü bir yer değiştirme transdüktörüdür, dönel ya da doğrusal hareket yaptığında, hareketin hızıyla orantılı elektrik sinyalleri üretir. Bazı transdüktörler,frekans cinsinden veri üretirler. TAKOMETRE'ler ve rezonans tipi transdüktörler bu türdendir. Bunlara genellikle «*sayısal transdüktör*» adı verilir; ama gerçek sayısal transdüktör («*sayılaştırıcı*» ya da «*enkoder*»), verilen bir durum için yalnızca bir tek sayısal «sözcük» üretir. Frekans tipi veriler, sayılaştırılabilirler, ama temelde analog biçimdedirler. Sayılaştırmanın üstünlüğü, duyarlılığın sürekli korunmasıdır. SAYISAL OKUMA AYGITLARI'nda, okumadan doğacak hatalar önlenir.

Gelecekteki gelişmeler: Günümüzde «*kuvvet dengeli*» ya da «*geri beslemeli*» diye nitelenen transdüktörler geliştirilmektedir. Bunların geliştirilmesinde amaç, mekanik yer değiştirme sınırları olmaksızın, elektrik veri sinyalleri elde edebilmektir. Kuvvet dengeli transdüktörlerde parametre, önce yer değiştirmeyle elde edilir. Ama bir servomekanizmayla bu yer değiştirme yeniden sıfır konumuna (geri besleme sistemi) zorlanır ve sonra, gerekli elektrik kuvveti, giriş değişkeni olarak ölçülür. Her tür transdüktöre uygulanabilen bu ilke, yıllardır sıcak telli rüzgarölçerlerde de kullanılmaktadır.

Basınç transdüktörleri ve hız cayroskoplu transdüktörler de sürekli gelişme göstermektedir.





Bir değişken geçirgenlikli kuvvet transdüktörünün bobinleri. (üstte) Çelik plakaların üst üste yapıştırılmasıyla yapılan gövdeye iki bobin sarılır. Bunların eksenleri birbirine diktir. Birincil bobine bir alternatif akım sinyali uygulanır. Dış yük yoksa, ikincil bobinde elektromotor kuvvet oluşmaz. Yük uygulandığı zaman, kuvvet doğrultusundaki geçirgenlik değişir, akı çizgileri ikincil bobinde bir indüksiyon akımı oluşturur.

Silolarda, kalıcı basınç transdüktörleri kullanılır. (solda) Bunlar magneto-elastik tip (ya da değişken geçirgenlikli) transdüktörlerdir. Yaprak yaylı düzenlemelere monte edilmeleriyle, yanal kuvvetlerin okumaları etkilemesi önlenir.

TRANSFORMATÖR

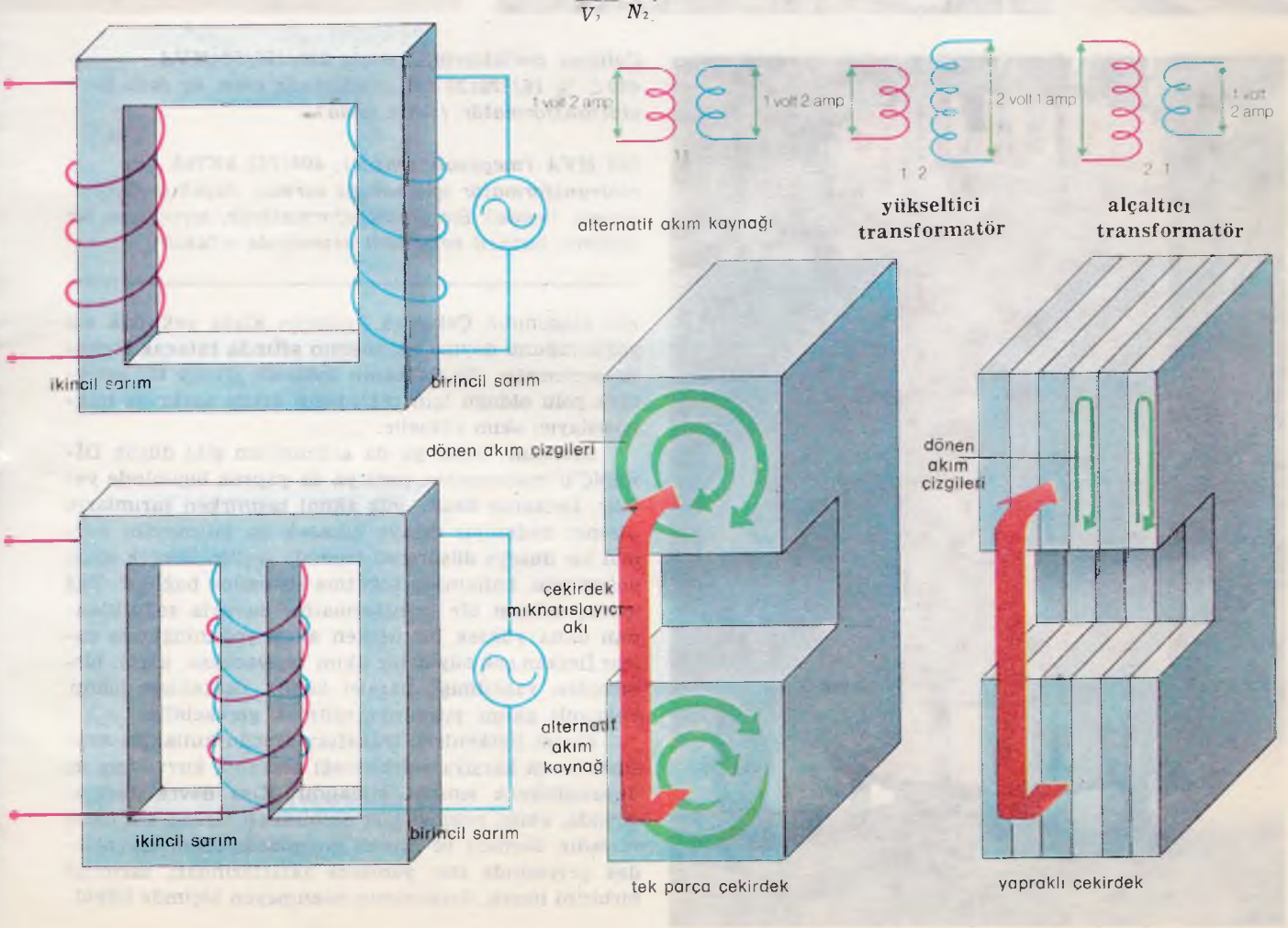
Transformatör, farklı gerilimlerde alternatif akımla çalışan iki elektrik devresi arasında elektrik gücü aktarımında kullanılan bir aygıttır.

En yalın biçimiyle, ortak bir *magnetik devre*yle bağlı, iki elektrik sarımından oluşur (Bk. MAGNETİZMA; ELEKTROMAGNETİZMA). Birincil sarıma bir alternatif gerilim uygulandığında, sarımın İNDÜKTANS'ına bağlı olarak bir alternatif akım geçer. Bu magnetik alan indükleyici akım, alternatif magnetik akı oluşturan alternatif magnetomotor kuvvet (mmk) yaratır. Akı magnetik devre içinde tutulur ve ikincil sarım bir elektrik yüküne bağlıysa, bir gerilim ortaya çıkarır. İkincil yük akımı, kendi mmk'ini yaratır ve birincil sarımla birlikte değişen bir akı oluşturur. Birincil sarımdan, ikincil yük akımının mmk'ini dengelemek için yeterli büyüklükte bir yük akımı geçer. Böylece, birincil sarım hem mıknatıslayıcı akımı, hem de yük akımını taşır. İkincil sarım yük akımı, magnetik devre de, yalnızca mıknatıslayıcı akımın oluşturduğu akıyı taşır.

Her sarımın görece gerilimi ve içindeki akım, iki sarımdaki sargı sayısının oranlarına bağlıdır. Birincil sarımın N_1 sargısı, ikincil sarımın da N_2 sargısı varsa, birincil ve ikincil sarımdaki gerilim oranları $\frac{V_1}{V_2}=\frac{N_1}{N_2}$, akımlar da $\frac{I_1}{I_2}=\frac{N_2}{N_1}$'dir. Transformatör, değişik gerilimlerde çalışan iki elektrik devresi arasında güç aktarmak için kullanıldığında, her sarımdaki akımlar, gerilimlerle ters orantılıdır.

Yapısı: Magnetik devre ya da *çekirdek*, akı yolunun *magnetik direnci*ni (*relüktans*) azaltmak ve mıknatıslayıcı akımı düşürmek için, çelikten yapılır. Blok çekirdek kullanılsaydı, akı yolunu kapayan bir kısa devre oluşacak ve dolaşacak bir akıma yolaçarak, çok yüksek FOUCAULT AKIMLARI yitimine neden olacaktı. Bu yitimi azaltmak için, çekirdek, birbirinden yalıtılmış ince çelik yapraklardan yapılır. Çelik, yaprak taneciklerinin yönelim derecesini yükseltmek ve daha küçük bir *histerezis eğrisi* elde etmek için, küçük histerezis yitimleri oluşturan, *soğuk çekilmiş* bir *silis-de-*

Demir çekirdekli transformatörlerde iki sarım düzen vardır: Ayrı kollara sarma (resmin üstünde); merkezi bir kola birlikte sarma, (resmin altında) Çekirdeğin yaprak halinde olmasının etkisi, Foucault akımı yitimini azaltmaktır. Çekirdek mıknatıslayıcı akı üstünde, her yaprağın kısa devre etkisi, tek parça çekirdeğinkinden azdır.



Çalışma özelliklerinin sınırı 350/350/50 MVA, 400 ± % 16/120/30 kV oranlarında olan, üç fazlı bir ototransformatör. (üstte solda)

240 MVA (megavolt amper), 400/132 kV'luk bir ototransformatör için sonsuz sarmal, düşük gerilim sarımı. (solda) Bir ototransformatörde, sarımların bir bölümü, birincil ve ikincil devrelerde ortaktır.

---

mir alaşımıdır. Çekirdek kesitinin alanı, çekirdek akı yoğunluğunu doyma noktasının altında tutacak biçimde seçilmiştir. Bu noktanın üstünde, düşük bir relüktans yolu olduğu için çekirdeğin etkisi azalır ve mıknatıslayıcı akım yükselir.

Sarımlar, bakır ya da alüminyum gibi düşük DİRENÇ'li malzemeden, şerit ya da yaprak biçiminde yapılır. İletkenin kesiti, yük akımı taşınırken sarımların direnci nedeniyle ortaya çıkacak ısı yitimlerini normal bir düzeye düşürecek biçimde seçilir. Gerçek akım yoğunluğu, kullanılan soğutma sistemine bağlıdır. Yağ içinde çalışan bir transformatör, havayla soğutulandan daha yüksek bir iletken akım yoğunluğunda çalışır. İletken çok büyük bir akım taşıyacaksa, alanı, birbirinden yalıtılmış paralel bağlı iletkenlere bölüp, Foucault akımı yitimini azaltmak gerekebilir.

Sarım iletkenleri, transformatörün kullanım sırasında karşı karşıya gelebileceği mekanik kuvvetlere de dayanabilecek sınırda olmalıdır. Kısa devre durumlarında, akım, normal yük akımından birkaç kez daha fazladır. Birincil ve ikincil sarımlarda akımlar, çekirdek çevresinde ters yönlerde aktıklarından, sarımlar birbirini iterek, iletkenlerin istenmeyen biçimde bükül-

Transformatör sarımı yapımı. (solda) Akımlar aynı yönde aktığında, komşu teller arasındaki itici güce karşı koyabilmeleri için, teller, mekanik olarak sağlam olmalıdır. Yüksek akımlar taşıyan transformatörlerde Foucault akımlarını azaltmak için sarımlar, çok sayıda paralel telden yapılır.

Bir dağıtım transformatörünün yüksek gerilim hattına bağlanması. (sağda)

mesine neden olur.

Sarımların yalıtılması çok önemlidir. Yalnızca iletken sargıların birbirinden yalıtılması yeterli değildir. Sarımlar arasında ve toprakla da yalıtım bulunması gerekir. Yalıtkan, normal gerilimin yanı sıra, yıldırımlara ve anahtar çalışmalarına bağlı olan aşırı gerilimlere de karşı koyabilmelidir. Büyük transformatörlerde kullanılan yalıtıcı maddeler, kağıt, tahta ve yağdır. Yalıtkanın etkisini azaltan su sızıntılarının önüne geçmek gerekir. Hava soğutmalı transformatörler, genellikle, yüksek ısılı anorganik maddelerle yalıtılır. Bunlara, nemden etkilenmemeleri için, silis ve reçine emdirilir.

Transformatörler yüksek verimle (% 98-99) çalışırlar. Ayrıca yitimlere, çekirdekteki histerezis ile sarımların direnci ve dönen akımlar ya da sarımlardaki (yapraksız çekirdeklerde) yük akımlarının oluşturduğu Foucault akımları yolaçar. Toplam yitim, iletilen gücün yalnızca % 1'i kadardır, ama büyük transformatörlerde bu, 10 MW'lık bir yitim demektir. Transformatör üretiminde, yalıtkanın zamanından önce eskimesine ve sarımlarda elektrik bozukluğuna yolaçacak aşırı ışınmaların ortaya çıkmaması için, gerekli önlemler alınmalıdır. Yağlı transformatör ya ayrı bir radyatörle ya da tank üstüne takılı borulu radyatörlerle soğutulur. Daha etkili bir iletken soğutması için, yağı sarımlarda dolaştıracak bir yağ pompası gerekir. Radyatör dilimlerinin etkisini artırma amacıyla, vantilatör de kullanılabilir.

Şebeke transformatörleri: Bir ELEKTRİK SANTRALI'na bağlı şebekenin devreleri üstünde çalışan transformatörlere, «*şebeke transformatörü*» denir. *Jeneratör transformatörü*yse, bir ALTERNATÖR'ün sağladığı 20 kV gerilimi yükselten, sözgelimi 750 kV yapan ve böylece düşük bir akımla uzak mesafelere enerji iletiminden doğan yitimleri azaltan, yükseltici bir transformatördür. *İletim transformatörü*, gerilimi, sözgelimi şehir için daha elverişli olan 110 kV'a, hattâ 11 kV'a düşürebilen bir alçaltıcı transformatördür. *Dağıtım transformatörleri*, son basamağı oluşturan ve evlere dağıtılacak elektriği 110-220 volta düşüren alçaltıcı transformatörlerdir.

Şebeke transformatörleri taşıma zorluklarına ve büyüklüğe bağlı olarak, tek ya da üç fazlı yapılır.

TRANSİSTÖR

İkinci Dünya savaşından bu yana, elektronik alanında gerçekleştirilen en önemli gelişme, transistörün bulunmasıdır. Çok küçük bir YARIİLETKEN olan bu öğe, zayıf akım uygulamalarında vakum tüpünün (termoiyonik VALF) yerini almıştır. Transistörün triyot ve diyot lambalardan üstünlüğü, hem kapladığı alanın çok küçük olmasından, hem de ısıtma gerekmediği için sağladığı enerji tasarrufundan kaynaklanır. 1948'de A.B.D'ndeki Bell telefon laboratuvarlarında ilk *germanyumlu nokta temaslı transistör*ün W. Shockley, J. Bardeen ve W. Brattain tarafından yapılmasından bu yana, transformatörler hızla geliştirilmiştir.

Transistörün bulunması, katı hal fiziğine, özellikle de yarıiletkenlere ilişkin araştırmaları yoğunlaştırdı. *Nokta temaslı transistör*ün yerini bir süre sonra, önce germanyum, ardından da SİLİSYUM kullanılan çift kutuplu *(bipolar)* transistörler aldı. Daha sonra da

alan etkili transistör geliştirildi. Alan etkili transistörün özellikleri, çift kutuplu transistörlerin ve benzeri lambaların özelliklerinden çok farklıdır. Transistörlerin elektrik ve elektronik devrelerde ayrı öğeler olarak geniş çapta kullanılmasına karşılık, günümüzdeki eğilim, bunları ENTEGRE DEVRELER'de kullanmaya yöneliktir.

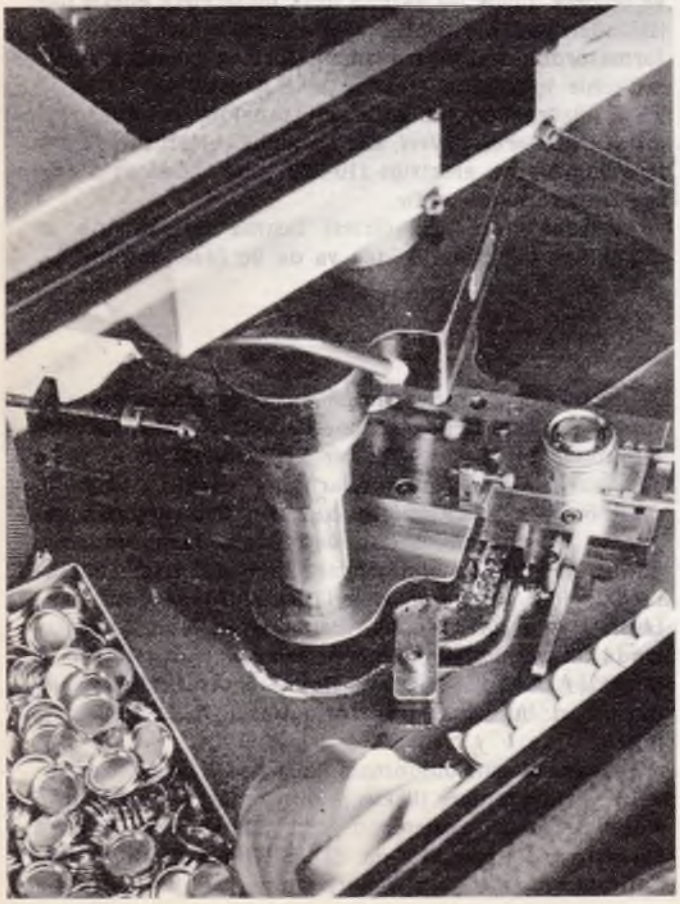
Çift kutuplu transistörler: Transistörün çalışma ilkesini kavrayabilmek için, *pn* düzeni (Bk. DİYOT; YARİİLETKEN) konusunda yeterince bilgili olmak gerekir. *pn* tipi malzeme, germanyum ya da silisyumdan yapılmış, içinde az, ama denetlenen miktarlarda yabancı madde bulunan, yarıiletken bir billurdur. Yabancı maddeler *p* bölgesinde serbest elektronlar oluştururken, *n* bölgesinde de *boşluk*lar («oyuk» ya da «delik» de denir) ortaya çıkarırlar; *n* bölgesi *p*'ye göre eksi olarak biaslandığında (tetiklendiğinde), *n* bölgesinden *p* bölgesine çok sayıda elektron geçişi olur. Aynı biçimde, *p* bölgesinden *n* bölgesine doğru da boşluk akışları vardır. Bu yer değiştirmeler, arakesitten önemli ölçüde akım geçişine neden olurlar. Bundan ötürü bu boşluk akışlarına «*çoğunluk taşıyıcılar*», söz konusu özelliklere de «*ileri biaslama*» adı verilir.

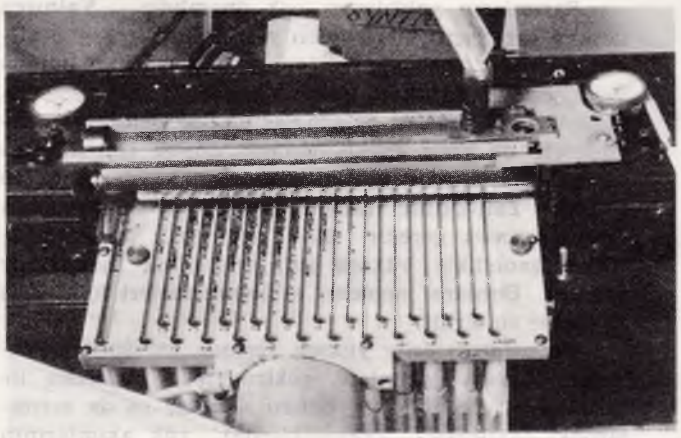
n bölgesi artı biaslanırsa (*p*'ye göre), elektronlar *n* bölgesinden, boşluklar da *p* bölgesinden ayrılamazlar. Bu durumda arakesit bölgesinde yük taşıyıcıları bulunamayacağından, akım geçişi de ortaya çıkmaz. Buna, «*ters biaslama*» adı verilir. Biaslamanın ters çevrilmesiyle, bir *pn* öğesi, iletken ve iletken olmayan durumlara sokulabilir. Uygulamada bu özellikten, doğrultucu diyotlarda ve bulucularda (Bk. GENLİK MODÜLASYONLU RADYO) yararlanılır.

Yarıiletkenler aynı zamanda, *n* tipi maddelerdeki boşluklar ve *p* tipi maddelerdeki elektronlar gibi, *azınlık taşıyıcılar* da içerirler. Bunların işlevleri çoğunluk taşıyıcıların işlevlerine terstir ve karşıt yönlüdür. Ters biaslamada *pn* arakesidinden bir miktar küçük akım geçebilir. Buna «*kaçak akım*» denir. Transistörlerde bu özellik önemlidir.

Çift kutuplu transistör, ya iki *n* bölgesi arasına yerleştirilmiş bir *p* bölgesinden ya da iki *p* arasına yerleştirilmiş bir *n* bölgesinden oluşan bir yarıiletken billurdur. Bu üç ayrı bölgeye giden bağlantılara sırasıyla, «*verici*» (emiter), «*taban*» (baz) ve «*toplayıcı*» (kollektör) adları verilir. Merkezdeki taban bölgesinin çok ince yapılması, önemli özelliklerden biridir. Transistör, sırt sırta vermiş iki yarıiletken diyot olarak da düşünülebilir.

Çalışma mekanizması: Normal çalışan transistörde, taban-verici arakesidi ileri biaslanmış, toplayıcı ile tabanın arakesidiyse ters biaslanmıştır. Uygulamada başka tekniklerden yararlanılır ve söz konusu biaslama koşulları, bir pille yaratılabilir.Taban-verici arakesidi ileri biaslandığından, sistemden büyük miktarda akım geçer. Bu işlemi, çoğunluk taşıyıcılar, yani *n* bölgesinden çıkan elektronlar ile *p* bölgesinden çıkan boş-





Bu aygıt, kalınlıklarına göre germanyum pulcuklarını sınıflandırır. (üstte) Pulcuklar sağdaki tüpten içeri girip, merdaneyle yarığa doğru taşınır ve büyüklüklerine uygun yarığa geldiklerinde aşağı düşerler.

Soğuk kaynak tekniğiyle kılıflanan transistörler. (solda) İşlem, hava sızdırmaz bir oda içinde gerçekleştirilir.

(1) pnp *ve* npn *transistörlerine ait temel yapılar ve simgeler. Bir yükselticide (3) olduğu gibi normal çalışma için biaslanan bir çift kutuplu* npn *transistörün çalışması (2). İyi bir yükseltme sağlamak için* R_1, R_2, R_3 *ve* R_4 *dirençleri transistöre gidecek uygun gerilim ve akım koşullarını saptarlar. Çeşitli tip* n *kanal etkili transistörler için simgeler (4).*

luklar yerine getirir. Akımın hem elektronlar, hem de boşluklar tarafından iletilebilir olması, transistöre «çift kutuplu» denilmesine yolaçar. Bununla birlikte, bir *npn* transistöründeki elektron sayısı boşluk sayısından çok daha fazladır. Yapım sırasında *n* bölgesine, *p* bölgesinden daha fazla yabancı madde verilir. Böylece taban-verici arakesidi üstünden geçen akım, elektronlar tarafından (vericiden çıkan) taşınmış olur. Taban bölgesiyse, verici tarafından enjekte edilmiş çok sayıda azınlık elektron içerir.

Toplayıcı-taban arakesidiyse ters biaslanmıştır ve bir çoğunluk taşıyıcı akışı yoktur. Bununla birlikte, azınlık taşıyıcılar kolayca akar ve taban bölgesinde toplanırlar (vericiden enjekte edilmiş elektronlar olarak). Bu elektronlar, taban-toplayıcı arakesidine geçer ve transistörün vericisinden tabanına doğru büyük bir akımın iletilmesine neden olurlar. Elektronların toplanmasını kolaylaştırmak için, taban bölgesi çok ince yapılır.

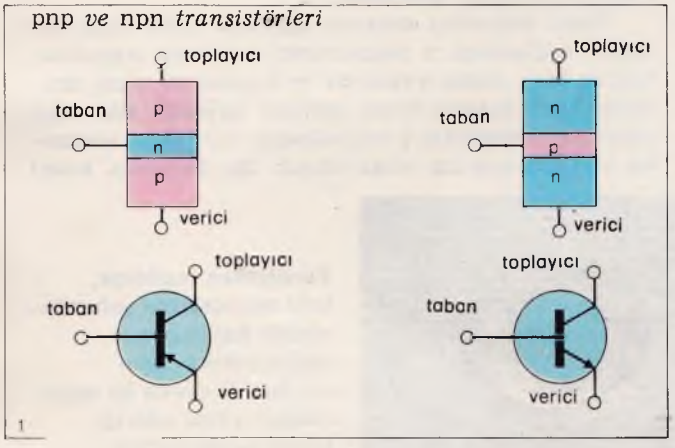
Tabandan kaçan birkaç elektron, verici akımının % 2'si düzeyinde bir dış taban akımına neden olur. Bu yüzden taban akımı, taban-verici arakesidi ileri akımına yaklaşık olarak eşittir ve ileri biaslamanın değiştirilmesiyle denetlenir. Transistörün en yararlı özelliklerinden biri de, taban akımı ile toplayıcı akımı arasındaki ilişkiden kaynaklanır. Toplayıcı akımı, kolayca taban akımının 100 katına çıkarılabilir ve çalışma süresi boyunca bu oran korunabilir. Bu yüzden, taban bölgesindeki herhangi bir değişme, toplayıcı akımına da büyütülmüş olarak yansır. Başka bir deyişle, transistörün tabanı *giriş*, toplayıcısı da *çıkış* ucu olarak göz önüne alınırsa, çift kutuplu transistör, yüksek kazançlı bir akım yükselticisi olarak düşünülebilir. Bu özellik, termoiyonik valfınkine ve alan etkili transistörlerinkine benzemez.

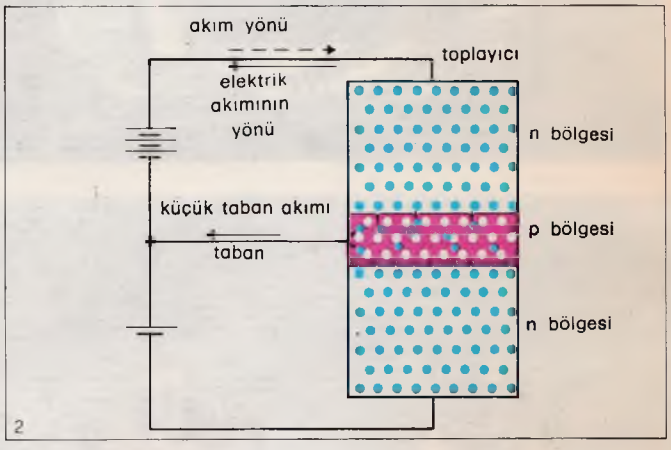
Çift kutuplu transistörlerin şaşırtıcı özelliklerinden biri de, çalışmaları için çok küçük güçlerin yeterli olmasıdır: Bir miliamper (amper'in binde biri) ve yalnızca birkaç voltluk potansiyel farkı yeterli olabilir. Pille çalışan transistörlü radyolar bunun iyi bir örneğidir. *npn* ve *pnp* transistörler arasındaki tek fark, aygıttan geçen akımın doğrultusudur. *npn* ve *pnp* simgeleri, *pnp* transistörün toplayıcısının eksi uca, *npn* transistörünün toplayıcısınınsa, artı uca bağlanması gerektiğini gösterir.

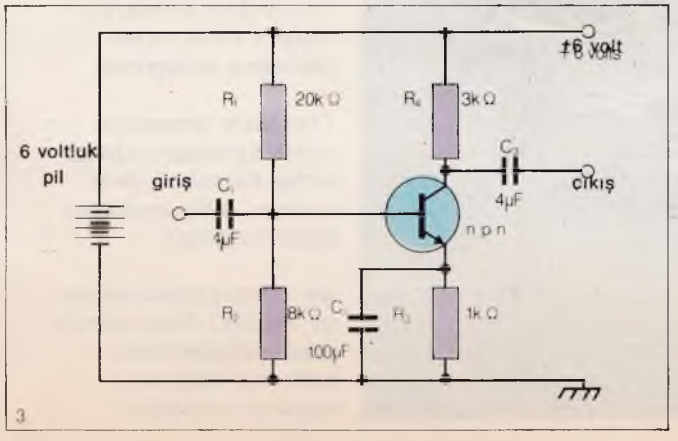
Çift kutuplu transistörlü örnek devre: Taban-verici ve toplayıcı-taban biası sağlayan iki pil, *seri* halde düzenlenebilir. Başka bir deyişle, taban gerilimi, toplayıcı gerilimi ile verici gerilimi arasındaki bir değerde tutulabilir. Bir tek pille «bias»ların ikisi de beslenebilir. Transistörlü devrelerde normal olarak bu yol uygulanır.

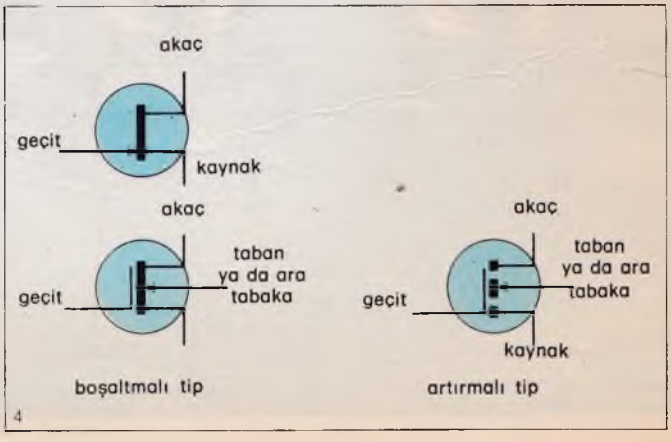
Tek aşamalı bir yükseltici (*npn* transistörlü) tipik bir örnek oluşturur. Bunda, iki biasa gerilim sağlamak için POTANSİYOMETRE kullanılır. Potansiyometre

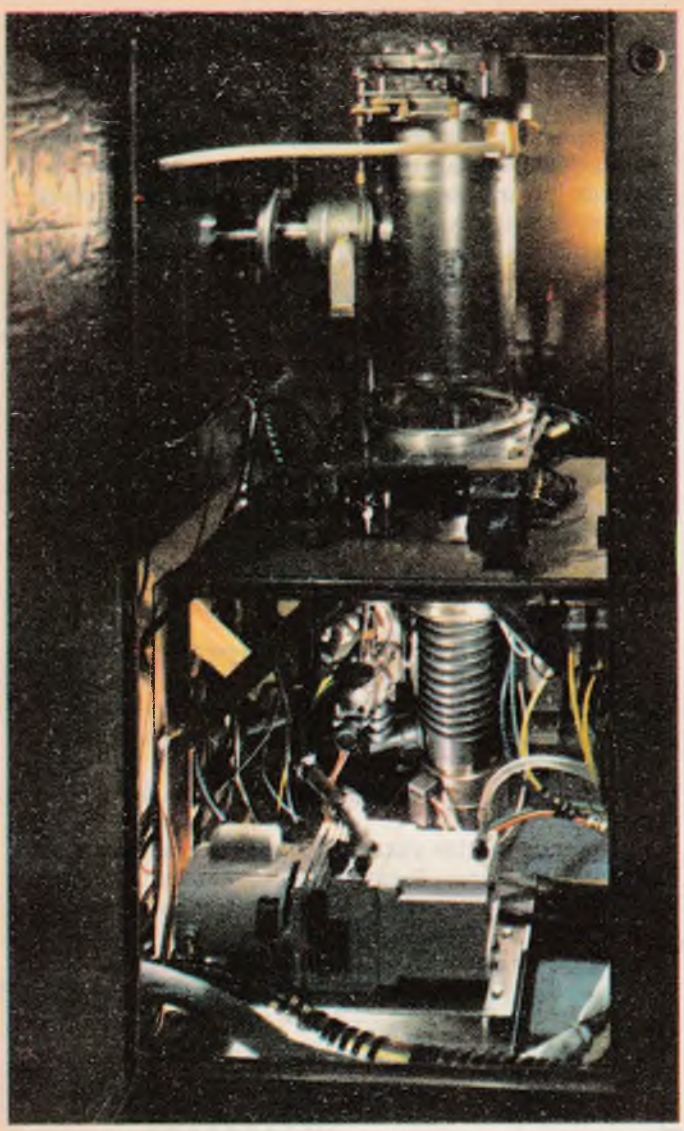
(Çizim-1)









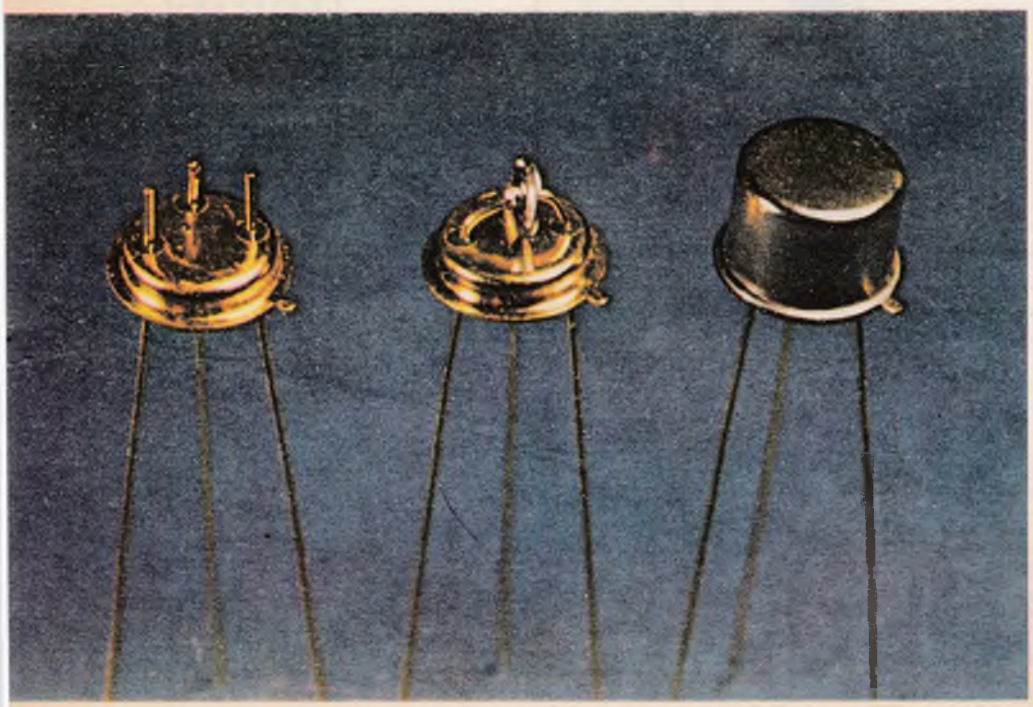


iki direnç arasında seçim yapar, ortak uç da tabana bağlanır. Verici devresindeki üçüncü direnç (R_3) transistörün çekeceği akımı saptar. Çizim 1'de verilen direnç değerleri için bu akım («durgun akım» denir), 1 *mA* düzeyindedir. R_1 direncine paralel bağlı olan C_2 kondansatörüne «*dekuplaj kondansatör*» denir. Bu kondansatör, yükselticinin tam kazancını sağlamak için gereklidir. C_2 kondansatörü bulunmazsa, transistör akımının R_3 direnci üstünde oluşturduğu sinyal-frekans gerilimi, eksi GERİ BESLEME süreci nedeniyle, yükseltici kazancını düşürür. Çizim 1'de görülen kondansatör değerler, işitme frekansıyla çalışan bir yükselticiye uygundur.

Çift kutuplu transistörün başka bir özelliği de, tabana uygulanan giriş sinyalinden akım çekmesidir. Bu yüzden, sinyal kaynağının akım verebilecek yapıda olması gerekir. Uygun kaynaklar, *hareketli bobinli* MİKROFON ya da *düşük empedanslı* pikap kafalarıdır.

Alan etkili transistörler: Başlıca iki tip alan etkili transistör vardır: *Arakesit-geçit transistörü;* yalıtılmış geçitli transistör. Arakesit-geçit transistörünün çalışma ilkesi, çift kutuplu transistörünkinden çok farklıdır. Bunda da bir *pn* arakesidi bulunur; ama akım arakesit üstünden geçmez, «*kanal*» adı verilen *n* bölgesi boyunca akar. Alan etkili transistörün üç girişine sırayla, «kaynak», «geçit» ve «akaç» (drenaj) adları verilir. Kanalın iletkenliği, *p* bölgesine (geçit) uygulanan gerilimle denetlenir.

Geçit doğrudan doğruya kaynağa (sıfır biasa eşdeğer) bağlanırsa, *n* bölgesindeki çoğunluk taşıyıcılar, baştan başa akaça yayılırlar ve kaynak ile akaç arasında akım taşırlar. Geçit gerilimi kaynağa göre eksi yapılırsa, elektronlar *p* bölgesinden itilirler ve elektronu bulunmayan bir bölge oluşur. Bu durumda kanal



Yarıiletken maddeye, belli miktarlarda yabancı madde katan aygıt. (solda üstte) «İyon ekicisi» de denen bu aygıt, işlevini, ekme odacığı içinde yerine getirir. Yarıiletken dilimlerini taşıyan kaset, ekme odacığına yerleştirilir.

Transistör yapımının çeşitli aşamaları. (solda altta) Pulcuklar, giriş uçlarına lehimlendikten sonra kılıflanır.

Bir stereo yükselticisinin içi. (sağda) Transistörün ısıya bağlı özellikleri nedeniyle soğutucu kanatlar kullanılır.

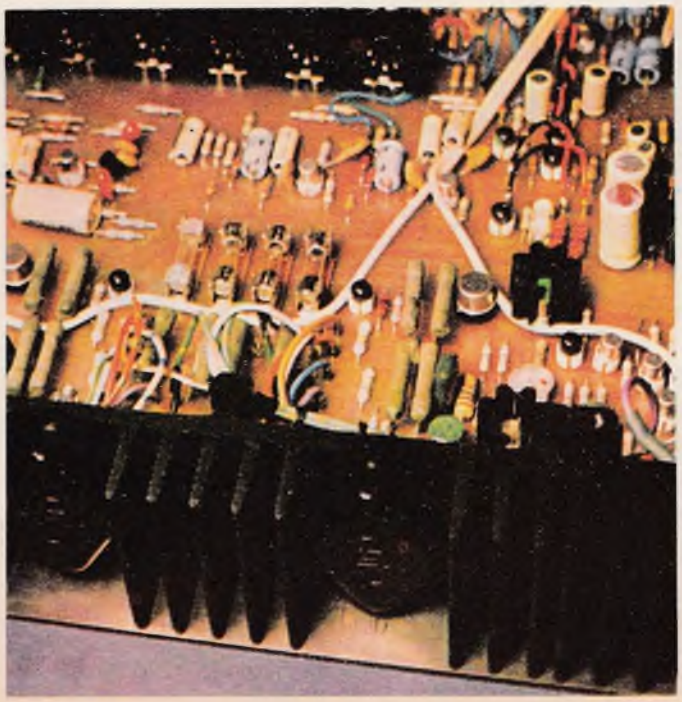
kesidinin akım geçen bölgesi küçülür ve buna uygun olarak küçük bir akaç akımı geçer. Geçitteki eksi bias yeterince artırılırsa, boşaltıcı bölge, kanalın ortasına gelecek kadar büyür. Bu durumda kaynak ile akaç arasında iletken bir yol bulunmayacağından, akaç akımı sıfır olur. Buna, «*tıkanma koşulu*» denir, gerekli eksi gerilime de «*tıkanma gerilimi*» adı verilir.

Normal çalışmada, tıkanma değerinin yaklaşık yarısına eşit bir gerilim kullanılır ve yükseltilecek sinyal, geçit ucuna seri olarak bağlanır. Böylece, kanalın etkili genişliği sinyal tarafından modüle edilmiş olacağından, akaç akımı da sinyale bağlı olarak değişecektir.

Geçit kaynağa göre her zaman eksidir ve geçit-kanal arakesidi ters biaslanmıştır. Geçit ile kaynak arasında akım geçmez ve bu yüzden, alan etkili transistör, geçide bağlanan giriş sinyalinden akım çekmez. Bu tip transistörler, girişlerine uygulanan gerilime yanıt verirler. Yani, akım uygulamalarına yanıt veren çift kutuplu transistörlerin tam karşıtı olan bir özellik gösterirler. Gerçekte, alan etkili transistör, *gerilim denetimli* bir *direnç*tir ve bu bakımdan termoiyonik valflarla karşılaştırılabilir.

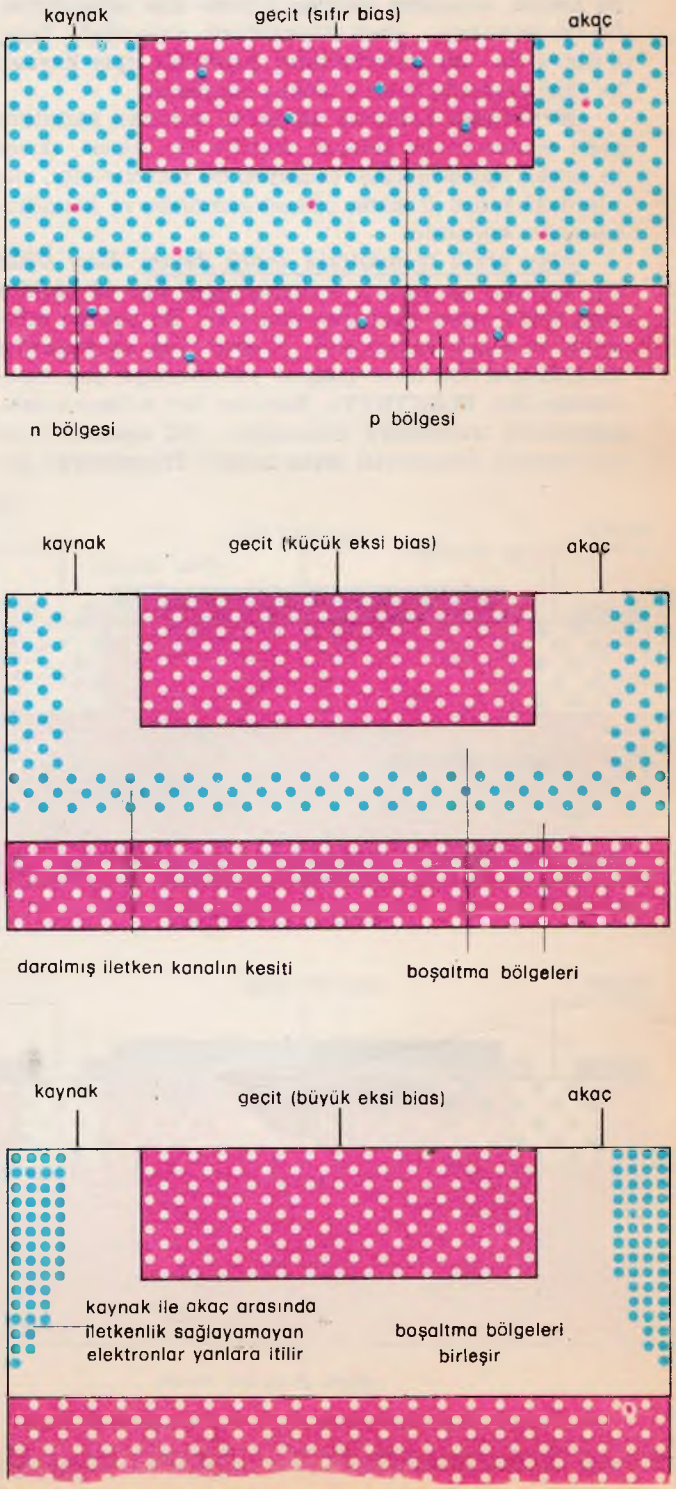
Yalıtılmış geçitli alan etkili transistörler: Bu tip alan etkili transistörlerde, geçit, elektriksel olarak kanaldan yalıtılmıştır. Genel olarak kaynak ve akaç bağlantıları, bir *p* bölgesi içindeki iki *n* bölgesine yapılır. Geçit, bir metal tabakadır ve silis dioksitli bir başka tabaka yardımıyla *p* bölgesinden yalıtılmıştır. Kullanılan malzemenin diziliş sırası (metal, oksit ve yarıiletken) nedeniyle, öğeye «*mosfet*» adı da verilir. Gerçekte, bu üç tabaka, bir kondansatör oluşturur.

Bu transistörün bir *n* tabaka öğesi olmasına karşılık, geçit *p* bölgesine göre artı biaslanmadıkça, kaynak ve akaç arasında *n* tabakası oluşmaz. Böyle bir potansi-



n *kanal arakesit geçit transistörünün çalışması. (altta) Alttaki* p *bölgesi, elektriksel olarak üstteki* p *bölgesine bağlıdır. Sıfır geçit biasında, çoğunluk elektronları* n *bölgesine düzgün biçimde dağılırlar ve kaynak ile akaç arasında iletken bir yol oluştururlar. Geçide eksi gerilim uygulandığında elektronlar,* n *bölgesinin merkezine yakın bir bölgede toplanırlar. Bu, kaynak-akaç direncini artırır. Yeterince büyük geçit gerilimi uygulandığında, boşaltma bölgeleri birleşir ve akım geçmez.*

(Çizim -2)



yel, elektronları *n* ve *p* bölgelerinden çekip, *p* bölgesinin üst yüzeyine gönderir. Böylece, iki *n* bölgesini köprüleyen bir *n* kanalı oluşur ve kaynak ile akaç arasında iletken bir yol ortaya çıkar. Geçit biası olmadığında da akaç alanının da bulunmaması önemli bir özelliktir. Akaç akımını sağlamak için artı biaslama gereklidir. Bu biaslamaya, «*artırmalı çalışma biçimi*» adı verilir.Öğenin yapımı sırasında bir *n* kanalı yerleştirilebilir. Böylece, geçit bias olmadan da akaç akımı geçebilir ve bu akımı sıfıra düşürmek için eksi biaslama gerekir. Arakesit-geçit transistörlerindekine benzeyen bu özellik, «*boşaltıcı çalışma biçimi*» diye adlandırılır. İki tür yalıtılmış geçit transistörü arasındaki fark, çizim 2'de de gösterilmiştir. Artırmalı tipte kaynak ile akaç arasında iletken tabaka bulunmaz.

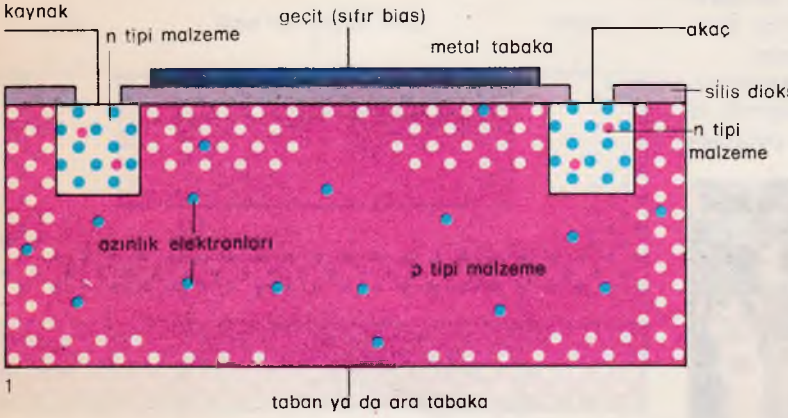
Birbirinden bağımsız iki geçidi bulunan yalıtılmış geçit transistörleri kolayca üretilir. Özellikleri, tetrot ve pentot valflarınkine benzeyen bu transistörler, alıcılardaki radyo frekansı yükselticilerinde ve karıştırıcılarında kullanılır.

Alan etkili transistörlü örnek devre: Alan etkili transistörün en yararlı özelliklerinden biri de geçidin giriş sinyalinden akım çekmemesidir. Bu yüzden mikrofon ve pikap kafası gibi piezoelektrik ve *kapasitif* TRANSDÜKTÖR'lerin çıkışını yükseltmeye çok elverişlidir (Bk. ELEKTRET). Boşaltıcı bir *n* kanalı arakesit-geçit transistörü kullanılan, tek aşamalı yalın ses frekans yükselticisi şöyle çalışır: Transistörün geçit bias gerilimi, akaç ve kaynak potansiyel aralığının dışındadır. Bu nedenle, bias devresi termoiyonik valf devrelerine benzetilebilir. Transistör akımı R_3'den geçerken, kaynağı, eksi girişe göre artı yapar. R_1 yardımıyla geçit eksi beslemeye bağlanır ve kaynağa göre de eksi yapılır. Yükseltici çıkış gerilimi R_2 üstünden alınır ve C_2 kondansatörüyle ikinci aşamaya aktarılır. Bu kondansatör ses frekanslarını geçirir, değişmez gerilimleri tutar. R_3'e paralel bağlı olan C_1 dekuplaj kondansatörü, sinyal geldiği zaman R_3'deki gerilimi düzenler. Çizim 3'de gösterilen elektronik öğe değerleri kullanıldığı zaman, yükseltici, 1 miliamperlik bir girişe karşılık, kazancı 10-20 arasında değişen bir gerilim çıkışı verecektir.

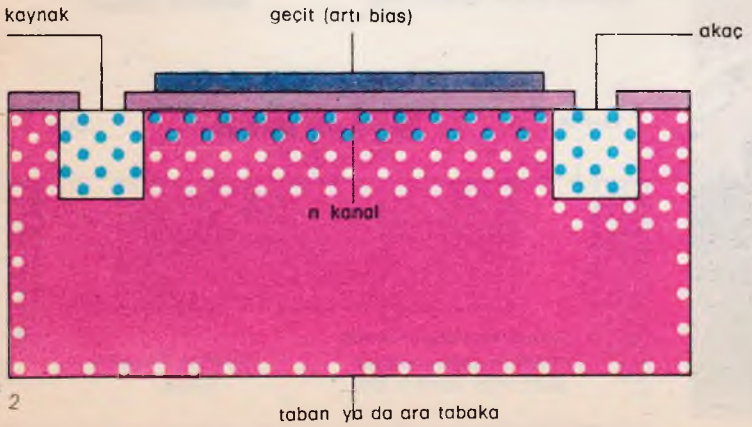
---

n kanal yalıtılmış geçit alan etkili transistörünün yapısı. Geçitte gerilim olmadığında ortaya çıkan durum (1). İki n *bölgesi arasında iletken bir kanal bulunmakta, artı biasın etkisi (2) de görülmektedir.* p *bölgesinden çıkan azınlık elektronları ile* n *bölgesinden çıkan çoğunluk elektronları,* p *bölgesinin yüzeyine yakın bir yerde toplanırlar ve yeterli sayıya ulaşınca iletken bir* n *kanalı ortaya çıkarırlar. n kanal arakesit-geçit alan etkili transistörü kullanan tek aşamalı bir yükselticinin devre çizimi (3). Bias koşulları başlangıçta* R_1 *ve* R_2 *dirençleriyle sağlanır. Geçide, kaynağa göre eksi gerilim uygulanır.*

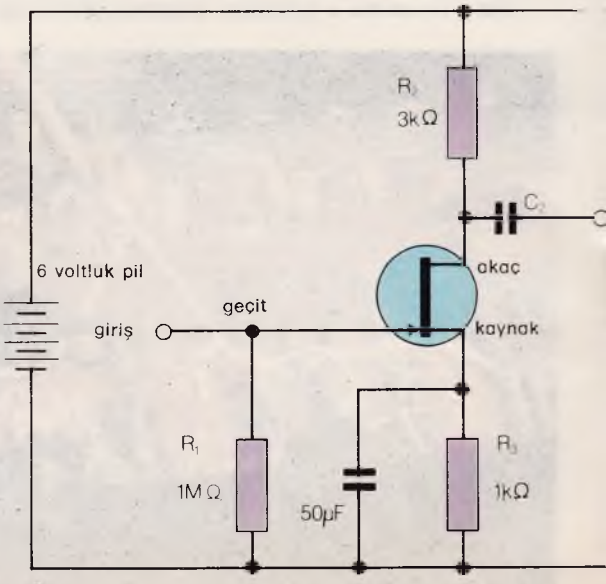
(Çizim -3)



1



2



3

TRANSMİSYON Bk. DİŞLİ KUTUSU

TREN Bk. DEMİRYOLU (TARİH); DEMİRYOLU SİSTEMLERİ

TRİKOTAJ MAKİNASI Bk. ÖRGÜ MAKİNASI

TROLEYBÜS Bk. TRAMVAY VE TROLEYBÜS

TROMPET Bk. NEFESLİ ÇALGILAR, MADENİ

TUĞLA ÜRETİMİ

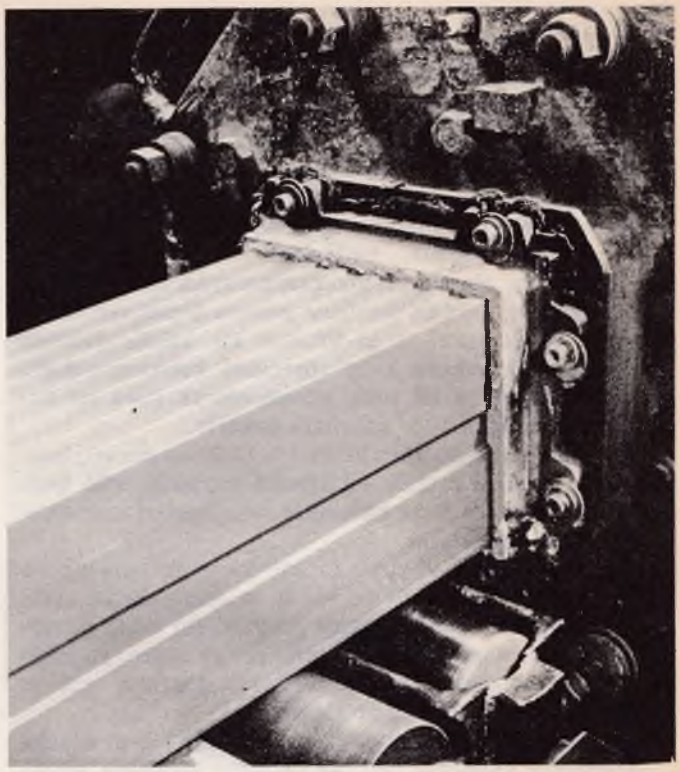
Tuğla, özellikle kili bol ülkelerde kullanılan bir inşaat malzemesidir. Tuğlaların harçla birbirine tutturulmasıyla duvar, kaplama, kemer, iskele, vb. örülebilir. Tuğla, ocak ve fırın içlerinin kaplanmasında da kullanılır. Bu tür yerlerde ateşe dayanıklı *ateş tuğlası*ndan yararlanılır. Nitelikli tuğlalar, su geçirmez, yanmaz ve çürümez.

Kil, sulu alüminyum silikattır ve içinde demir oksit gibi maddeler bulunur. Tuğla üretiminde kullanılan kil türlerinin ince taneli olması ve suyla karıştırıldığında plastik özellik göstermesi gerekir. Pişirme, kilin kimyasal ve fiziksel yapısını değiştirir. Isı etkisiyle kil tanecikleri birbirine kaynaşır.

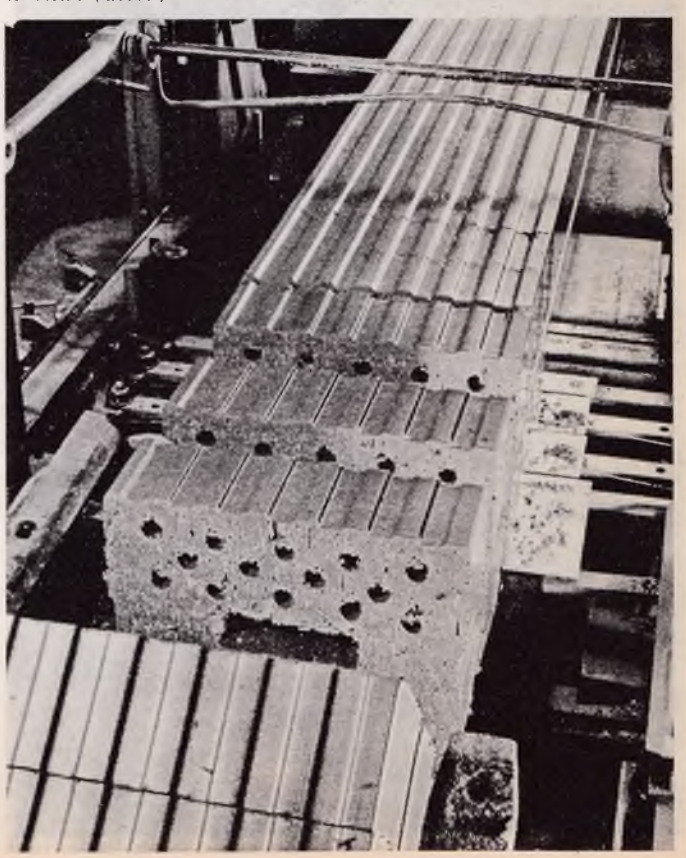
Tarihçe: İlk tuğlalar çamur ve samandan yapılır, önceleri elle, daha sonraları da kalıpla biçimlendirilip güneşte kurutulurdu.Çömlekçilik gelişince, tuğlalar da kilden yapılmaya ve fırınlarda pişirilmeye başlandı. Bilinen ilk kil tuğlalar İ.Ö. 2500 yıllarında Mezopotamya'da kullanıldı.

Avrupa'da da tuğla, Romalılar tarafından yaygın bir biçimde kullanılmış,Roma İmparatorluğu'nun çöküşünden sonra, kısa bir süre için tuğla yapımı durmuş, ama Roman ve Gotik dönemlerinde yeniden canlanmıştır.

Gelişme: Tuğla yapımında makinalaşma, XIX. yüzyılın ortalarına kadar gelişemedi. O yıllara kadar tuğlalar, kalıplanıyor ve kısmen kurutulduktan sonra fırına konulup pişiriliyor, belli bir süre sonra ateş söndürülüp, fırın kapağı açılıyor ve tuğlalar, fırından alınmadan önce soğumaları için bekletiliyordu. 1858 yılında Hoffman, ilk sürekli fırınları yaptı. Daire biçimli olan bu fırınlarda, 10-20 bölme bulunuyor, ateş bir bölmeden ötekine taşındığından, bölmeler sırayla dolduruluyor, tuğlalar pişiriliyor, soğutuluyor ve boşaltılıyor, böylece üretim aralıksız sürdürülebiliyordu. Günümüzde de tuğla üretimi sürekli fırınlarda gerçekleştirilmektedir. Ama bu fırınlar, genellikle daire biçimli



Oldukça yumuşak ve ince killer, haddelemeyle tuğla yapımında kullanılır. (üstte) Yeterli yumuşaklık kazandırmak için kile su eklenir. Haddeden çıkan hamur, telle istenen boyutlarda kesilir. (altta)



değil, paralel bölümlerden oluşur.

Üretim: Üretimin ilk aşaması, kilin çıkarılmasından oluşur. Kil genellikle, 1-100 m kalınlıktaki damarlardan kazılarak çıkarılır. Üretim yerine getirilerek, öğütülür ve suyla karıştırılır.

Bundan sonraki aşama, tuğlalara biçim vermektir. Bu, başlıca iki yoldan gerçekleştirilir: Kalıplama («presleme» de denir); haddeleme.

Kolayca plastik özellik kazanmayan killere genellikle, sert hamurdan presleme yoluyla biçim verilir. Bu durumda su oranı % 15-20 olan kil, kalıba dökülüp preslenir. Yarı kuru kalıp sürecinde kullanılan doğal plastikliği düşük kil tozu, görece olarak kuru bir durumda (su oranı % 8) kalıplara dökülür.

Kolayca biçim alan killer (% 15-20 su oranı), haddeleme yoluyla üretilir ve istenen boylarda telle kesilir; pişirilmeden önce kurutulur ve yüzeylerine istenirse presle biçim verilir.

Renkli tuğla yapımında kil, kireç tozuyla ya da tebeşir tozuyla karıştırılır ve % 24 oranında su katılarak yumuşak çamur haline getirilir. Bu tuğla hamuru uzun bir süre kurumaya bırakılır ve sonra, ya haddelenip telle kesilir ya da doğrudan doğruya üçlü ve altılı kalıplara dökülüp preslenir.

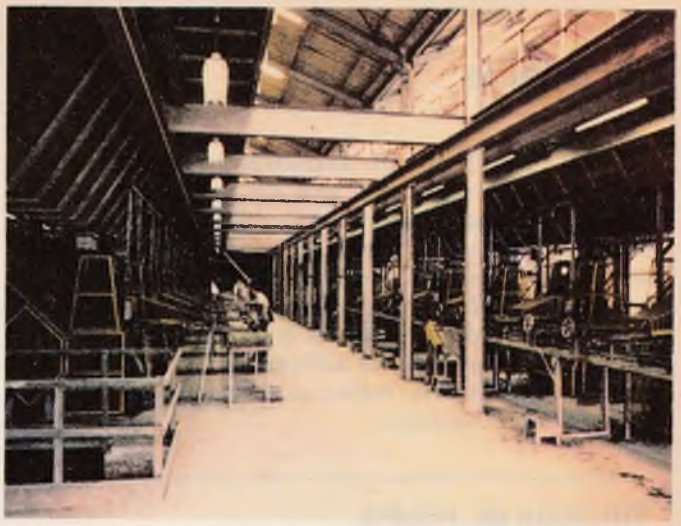
Kolayca biçimlendirilebilen nitelikli kil, el tuğlası yapımında kullanılır. Bu, az gelişmiş ülkelerde kullanılan yaygın bir üretim yöntemidir; ama bazen, makinayla yapılamayan özel görünümlü tuğla üretiminde de kullanılabilir. Değişik kalıplar yardımıyla değişik biçim ve boylarda tuğlalar üretilebilir. Tahta kalıbın içi ıslatılıp kumlanır. Yapımcı, yeterli miktarda tuğla hamuru alıp, kumda yuvarlayarak kalıba «atar». Kalıbın üstünde kalan fazla çamur alınır ve biçimlendirilmiş tuğla, kalıptan çıkarılır.

Pişirme, kilde kimyasal ve fiziksel değişiklikler oluşturur. Bu yüzden, sıcaklık derecesi ve ısıtma süresi gibi etmenlerin değiştirilmesiyle, tuğlaya çeşitli özellikler kazandırılabilir. Sözgelimi renk, kil içindeki demir oksidin öteki bileşenlerle tepkimeye girmesi sonucu ortaya çıkar. Pişirmenin son aşamalarında fırına giren hava oranının değiştirilmesiyle, renk özellikleri de değiştirilebilir. Ayrıca, kahverengi görünümü olan manganez dioksit eklenerek de, tuğlanın rengi değiştirilebilir.

Sürekli fırınlarda, kullanılan kil türüne bağlı ola-

Plastiklik özelliği düşük olan killere presle biçim verilir. (altta solda) Hazırlanan çamur, resimde görülen dairesel tabla üstündeki kalıplara doldurulur. Preslemeden sonra tuğla çıkarılır.

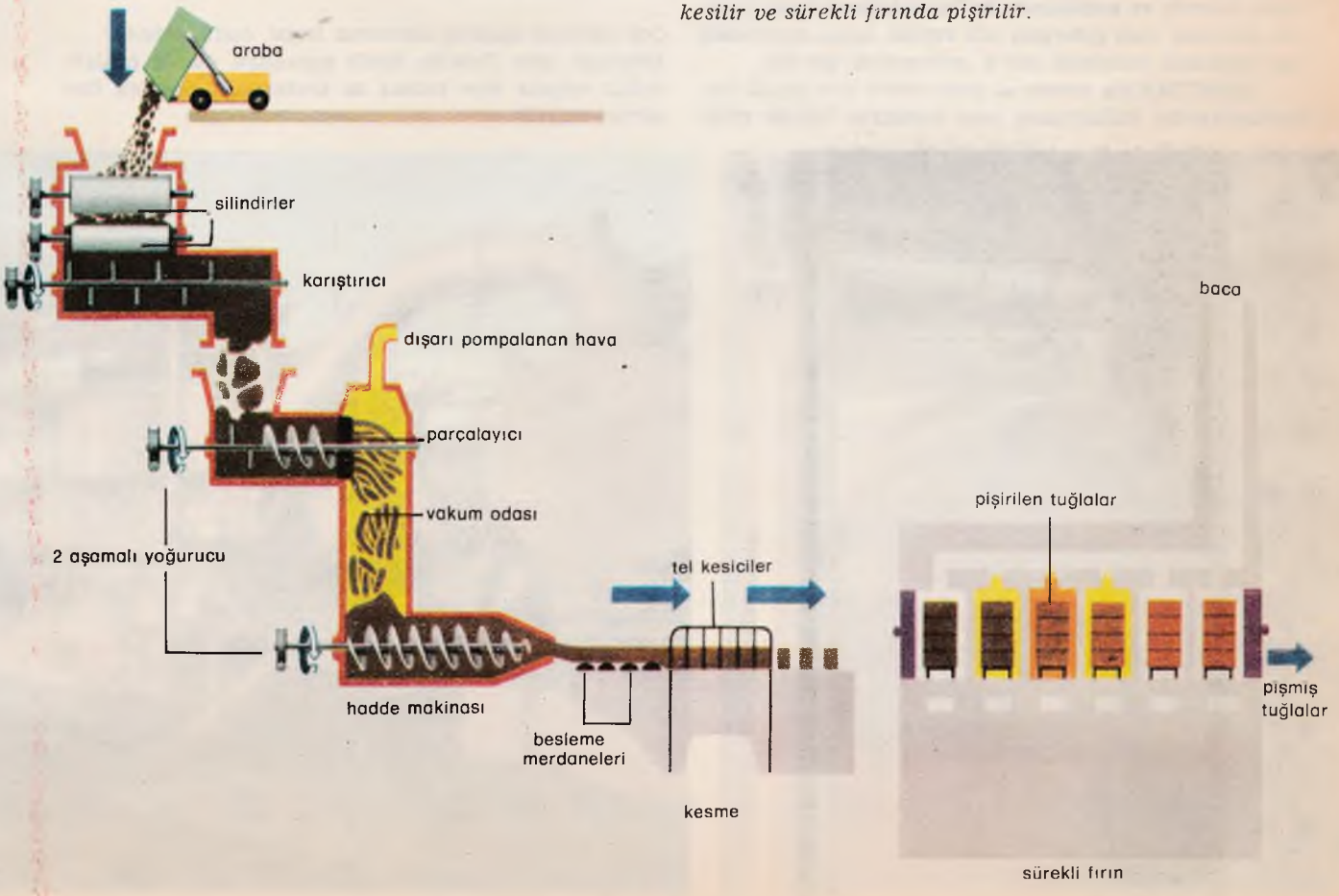
Preslenmiş tuğlaların kurutulması gerekmez; doğrudan fırınlara giden arabalara yerleştirilirler. (altta sağda)



Tuğla yapımında kullanılan sıkıştırma aygıtları. (üstte) Kaba bir tuğla biçimi elde etmek için önce kalıplar kullanılır; sonra bu tuğlalar, çeşitli presleme işlemlerinden geçirilirler.

Kilin çıkarılması. (solda)

Tuğla üretimi. (altta) Taşıyıcılarla getirilen kil, silindirlerden geçirilerek karıştırıcıya verilir. İki aşamalı yoğurucuya gelen bu karışım, işlendikten sonra, bir parçalayıcıya ve vakum odasına yollanır. Vakum odasında, karışımın içinde bulunan hava kabarcıkları alınır. Haddeden çıkan hamur, telle kesilir ve sürekli fırında pişirilir.



rak, 950-1 200°C sıcaklık sağlanabilir. Kömür, petrol ya da sıvılaştırılmış petrol gazı gibi yakıtlar, fırın ağzından içeri püskürtülerek yakılır. Başka bir fırın türü de, *tünel fırın*dır. Bu tür fırında tuğlalar, tünelin bir ucunda bulunan arabalara yerleştirilir ve yavaş yavaş kurutma, ilk ısıtma, pişirme ve soğutma bölümlerinden geçirilerek, öteki uçtan dışarı çıkarılırlar. Bu fırınlar 130 m uzunluğundadır ve kullanımları yaygınlaşmaktadır. Pişirme süresi, tuğlanın türüne ve fırına göre 4-10 gün arasında değişir.

TULUMBA Bk. POMPA

TUNÇ Bk. BRONZ

TUNGSTEN AMPUL Bk. AMPUL (ELEKTRİK)

TUZ GİDERME

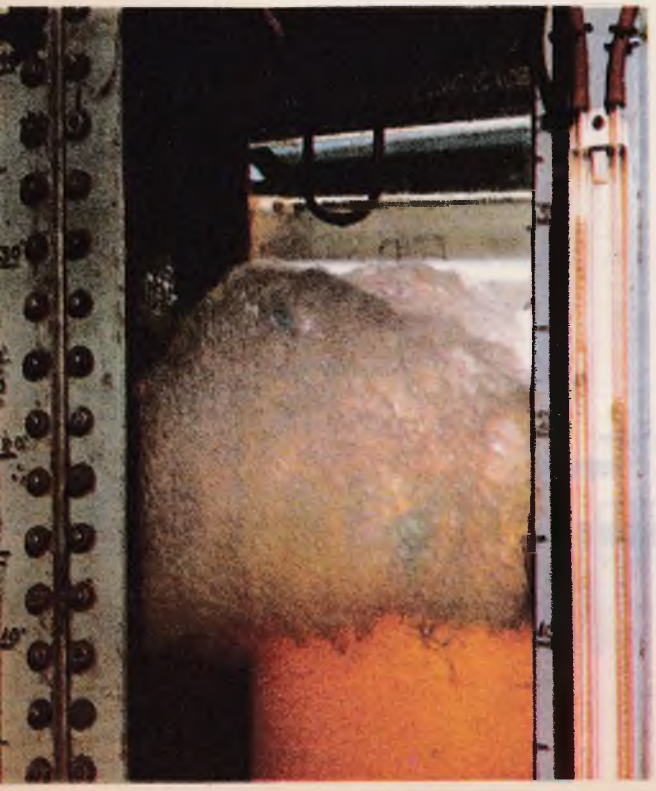
Milyonda 35 000 oranında tuz içeren deniz suyunu ya da milyonda 5 000-10 000 oranında tuz içeren acı suyu, evlerde ve endüstride kullanılabilecek hale getirme işlemine «tuz giderme» adı verilir. İçme suyundaki tuz oranının milyonda 500'ü geçmemesi gerekir.

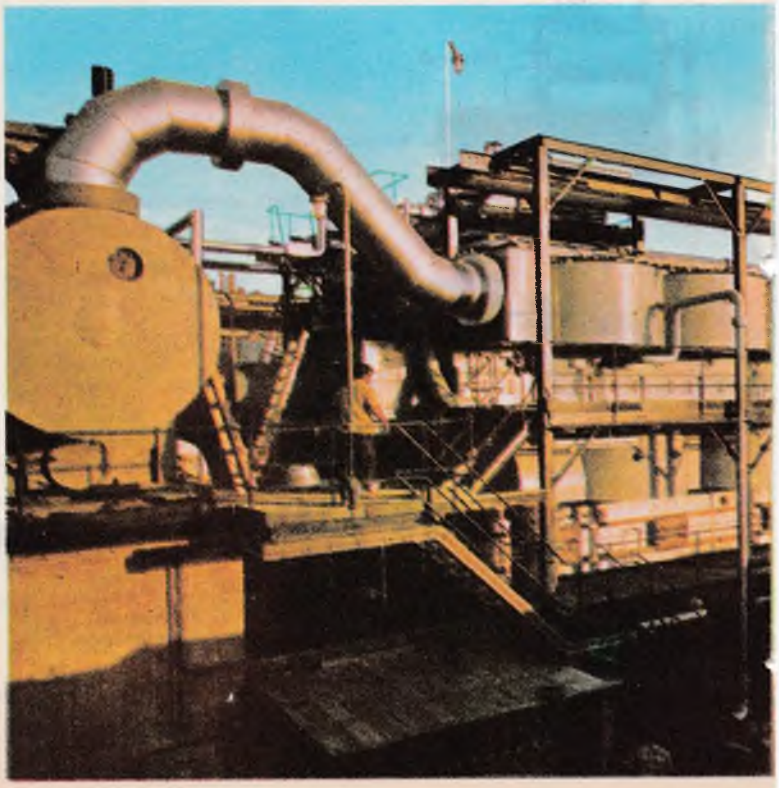
DAMITMA'yla tuzsuz su elde etmek için çeşitli buharlaştırıcılar kullanılmış, ama bunların, büyük miktarda suyun söz konusu olduğu durumlarda pahalı olduğu ortaya çıkmıştır. Deniz suyunda ve birçok acı suda, 70°C'ı aşkın sıcaklıklara kadar ısıtıldıklarında çökme (çözünmeyen kimyasal bileşiklerin, özellikle kalsiyum ve magnezyum tuzlarının dibe çökmesi) olur. Sıcak deniz suyu çok aşındırıcıdır. Düşük sıcaklıklarda çalışıldığı zamansa, suyu buhara dönüştürmek için verilen ısıyı geleneksel yöntemlerle geri almak zordur. Geleneksel yöntemlerde, bir buharlaştırıcıdaki buhar, daha düşük basınç ve sıcaklıkta çalışan öteki buharlaştırıcıyı ısıtmak için kullanılır. Düşük çalışma sıcaklıklarında ısı geçişine elverişli ısı farklarının küçük, belirli bir miktar tuzsuz su elde etmek için yoğunlaştırılması gerekli buhar hacminin de büyük olması, bu yöntemi elverişsiz kılmaktadır. Ayrıca, suyun buhar haline geçmesi için gerekli ısının yalnızca bir kez kullanılması, toplam enerji gereksinimini artırmaktadır.

Söz konusu nedenlerle, günümüzün tuz giderme işlemlerinde, ya alçak sıcaklıkta damıtmanın değişik

Apansız buharlaştırma bölmesi. (altta solda) Resimde buhar ve deniz suyu köpüğü görülmektedir. Su, resmin solundaki yüksek basınçlı bölmeden girer; buharlaşmadan sonra, resmin sağındaki daha düşük basınçlı bölmeye geçer.

Çok aşamalı apansız damıtma tesisi. (altta ortada) Resimde, Abu Dabi'de deniz suyundan günde toplam dokuz milyon litre tuzsuz su üreten altı tesisten biri görülmektedir.



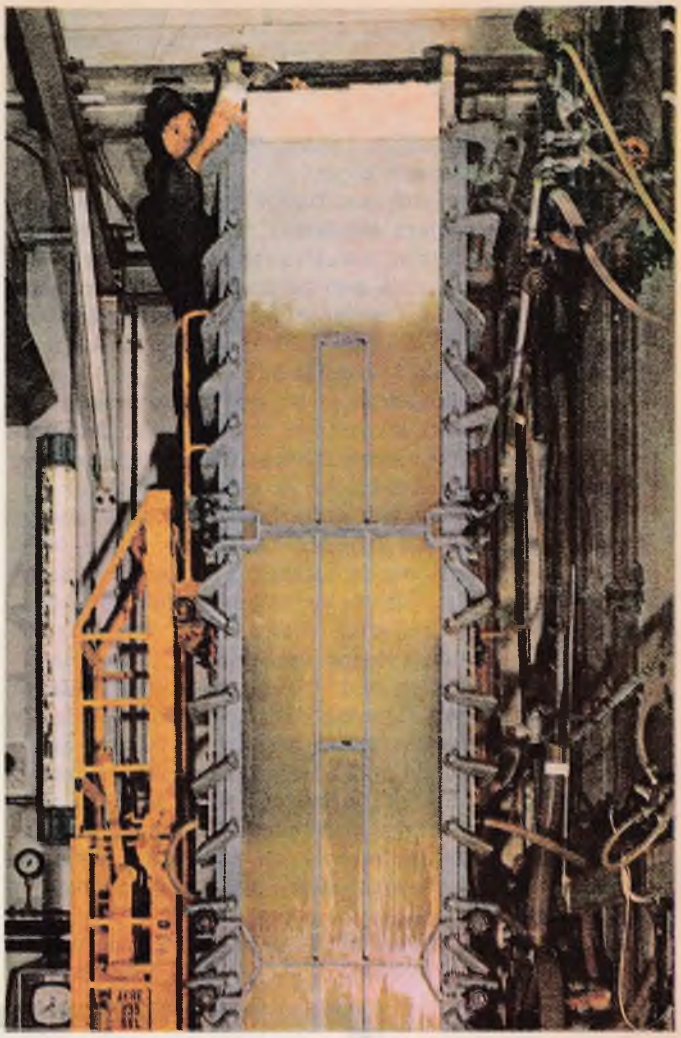


biçimlerinden ya da damıtma dışındaki yöntemlerden yararlanılmaktadır.

Apansız buharlaştırmayla damıtma: Bu işlem, deniz suyunun tuzunu giderme yöntemlerinin en önemlisidir. Hem aşınma ve çökmenin önlenmesi için düşük sıcaklıklarda çalışmayı sağlar, hem de gizli ısıdan yararlanır. Sıcak deniz suyu, düşük basınçlı bir bölmeye geçirilince, bir bölümü hemen buharlaşır. Bu birdenbire kaynama ve ısı vermeden buharlaşmaya, apansız buharlaşma denir.

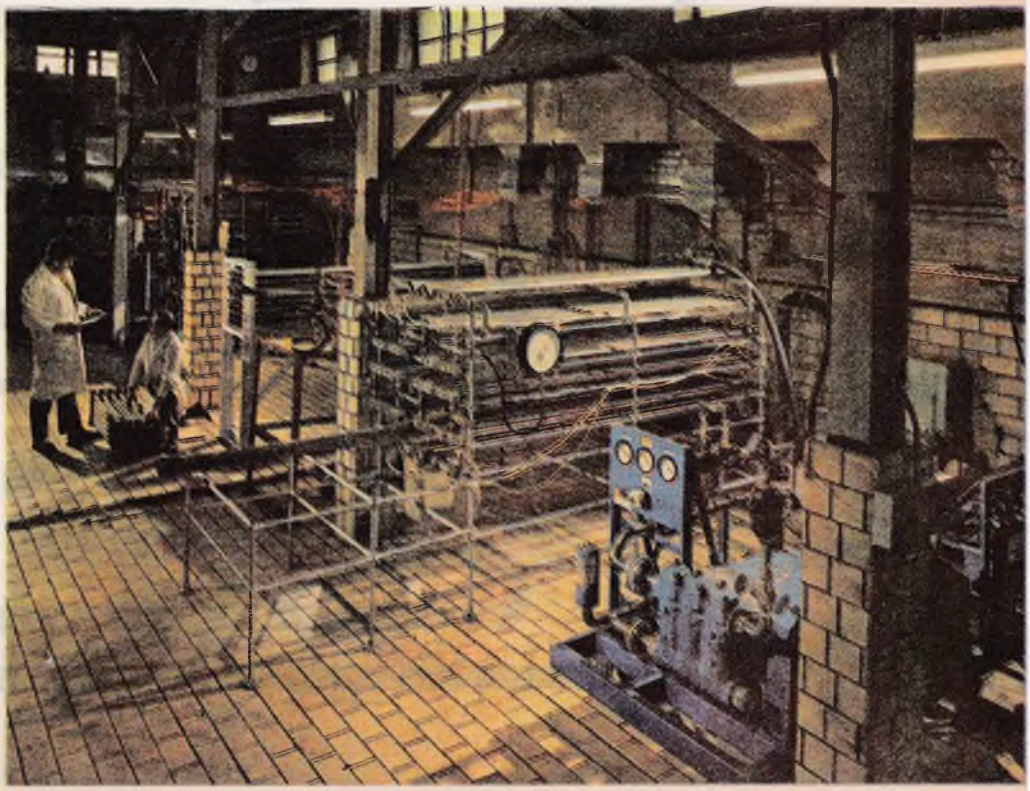
Damıtmadan sonra sıcak su soğutulur. Daha düşük sıcaklık ve basınçta ikinci bir apansız buharlaştırma uygulanır ve işlem böylece sürer.

Apansız buharlaştırmayla damıtma tesisi, her biri bir öncekinden daha düşük sıcaklıkta çalışan bir dizi bölmeden oluşur. Deniz suyuna ilk ısı, geri basınçlı buhar türbini gibi bir işletmeden gelen düşük basınçlı buharla verilebilir. Isıtılmış tuzlu su, bir bölmeden



Deniz suyunun tuzunu gidermek için dondurma tekniğiyle çalışan bir aygıt. (sağda) Dondurmak için, deniz suyuyla karışmayan bir soğutucu (bütan) kullanılır. Oluşan küçük billurlar, serbest tuzun giderilmesi amacıyla yıkanır ve tuzsuz su elde etmek için eritilir.

Geri osmoz yöntemiyle tuz gidermek için kurulmuş deneme tesisleri.(altta sağda) Tuzlu su, bir dizi ince uzun boru biçimindeki yarı geçirgen zarlara doğru, basınç altında gönderilir. Bu yöntem, tuz miktarı düşük suların işlenmesinde oldukça ekonomiktir.



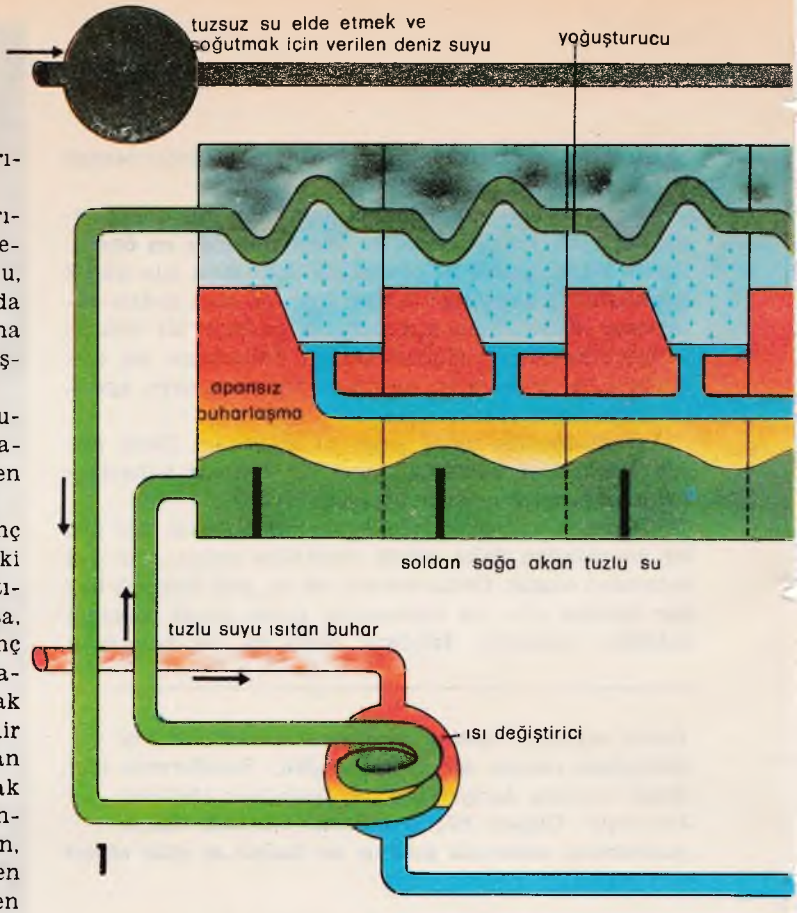
ötekine akar. Oluşan su buharı, tuzlu su damlacıklarını ayıran ayırıcılardan geçer.

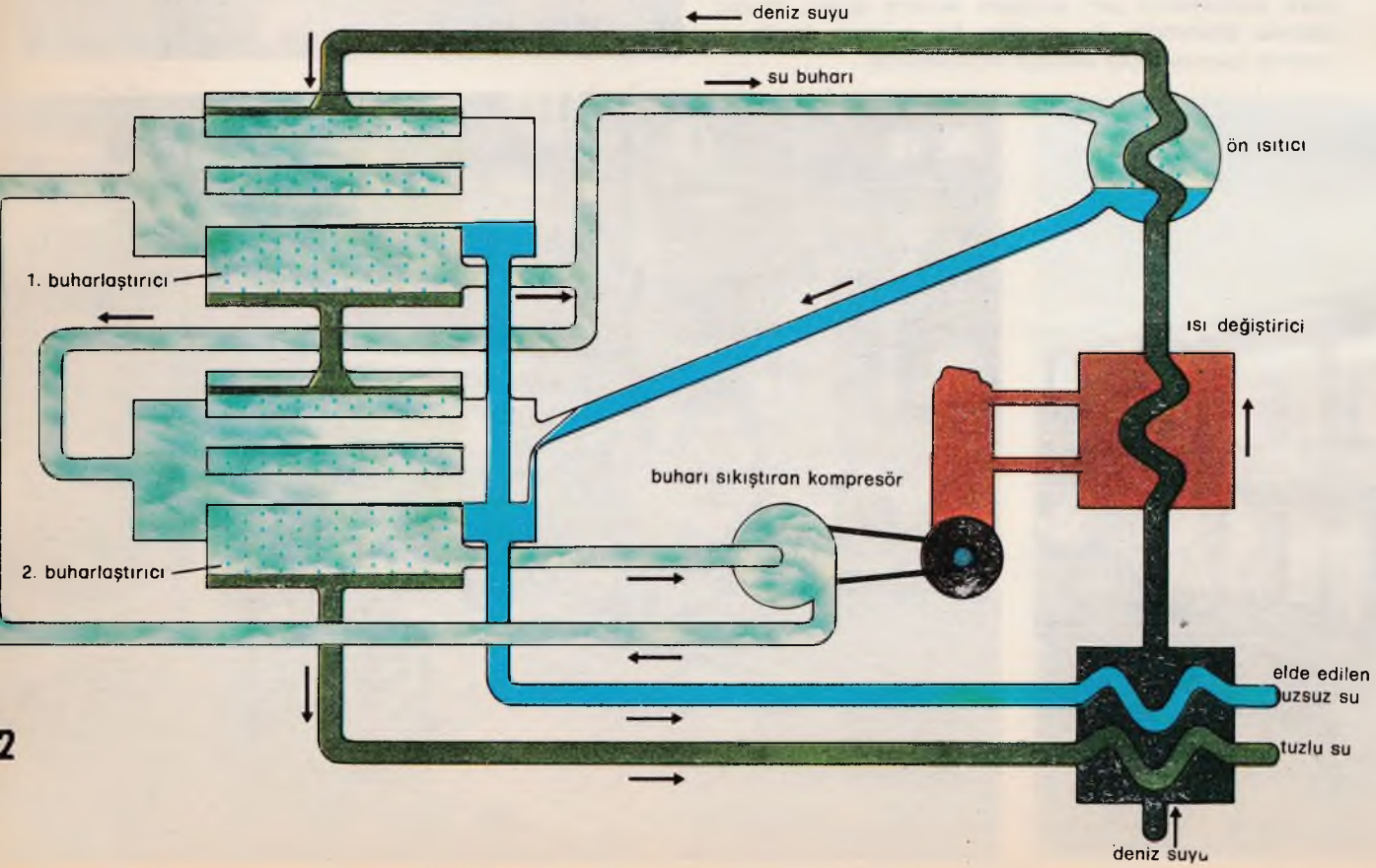
Sonra buhar yoğuşur, tuzsuz su toplama kaplarına alınır ve depolara gönderilir. Tuzlu su, bir bölmeden ötekine geçerken yavaş yavaş soğur. Soğuyan su, yoğuşturma borularına geri pompalanır. Bu borularda soğuk deniz suyu ısı soğurur ve başlangıç noktasına ulaşıncaya kadar, sıcaklığı, bölmelerde yeniden dolaşması için gerekli olan sıcaklığa yaklaşır.

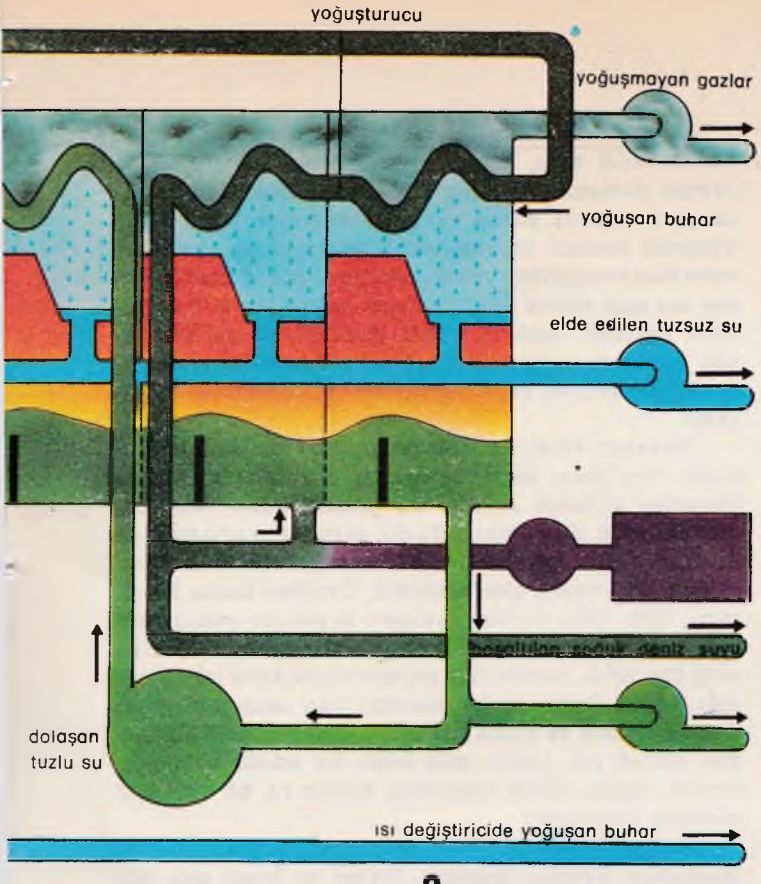
Kurak kıyı bölgelerinde bu tip büyük tesisler kurulmuştur. Meksika kıyılarında, Tijuana yakınlarındaki bir tesis, 1970'te tamamlanmıştır. Burada, denizden günde 27 milyon litre tuzsuz su elde edilmektedir.

Basınç uygulayarak buharlaştırma: Buna, basınç uygulayarak yapılan damıtma da denir. Tıpkı öteki gazlar gibi, buhar ısısı da basınçla artırılabilir. Sıkıştırılan buhar, daha yüksek bir basınçta yoğuşturulursa, daha önce aldığı buharlaşma ısısını geri verir. Basınç uygulayarak buharlaştırma yöntemi, bu ilkeye dayanır. Ancak enerji, ısı olarak değil, mekanik iş olarak verilir. Sıcak deniz suyu bir buharlaştırıcıya gönderilir ve böylece elde edilen buhar, sıkıştırılır. Basıncı artan buharın sıcaklığı da yükselir. Bu buhar, yoğuşarak tuzsuz suya dönüşeceği başka bir buharlaştırıcıya gönderilir. Yoğuşan tuzsuz su oldukça sıcaktır. Bu yüzden, depolanmaya gönderilmeden bir ısı değiştiricisinden geçirilir. Burada, tuzsuz suyun ısısı, sisteme verilen deniz suyuna geçirilir.

Bu tesisler oldukça küçük yapılabilir. Ama, ısı ge-







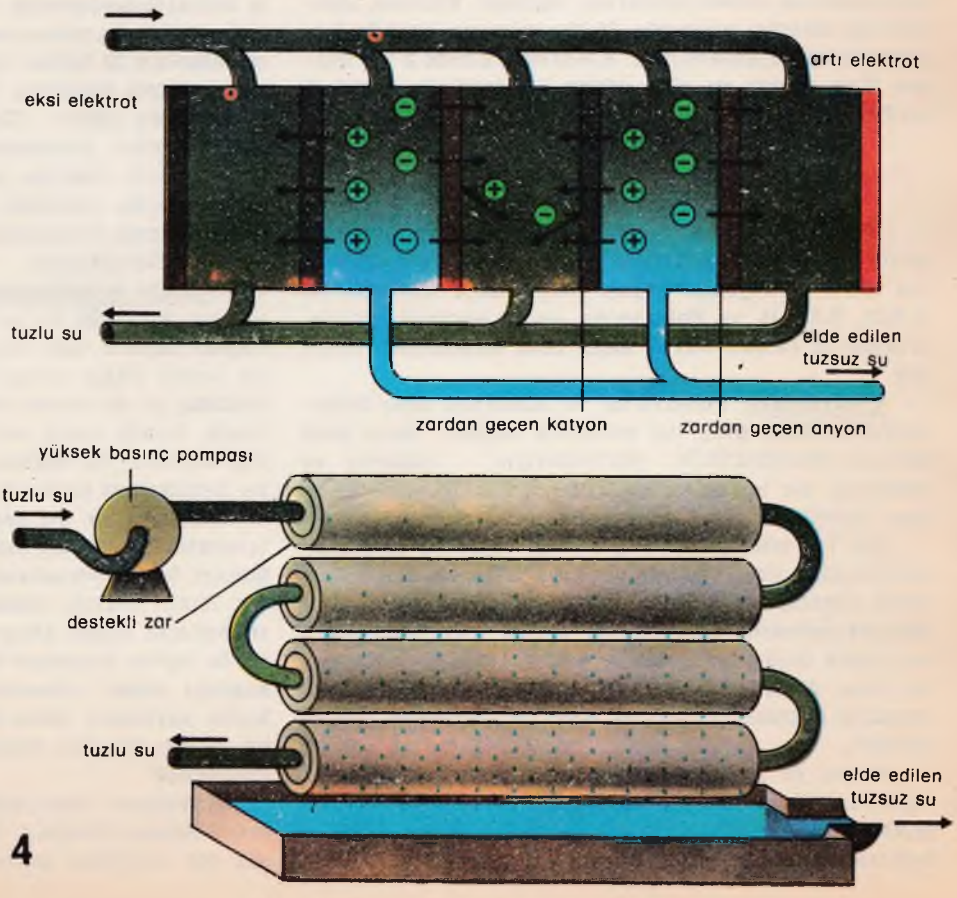
3

çişindeki sıcaklık farklarının küçük olması nedeniyle, çökme yapan sularda kullanılmasından kaçınmak ve yoğuşturucudan buhar dışındaki yoğuşmayan gazları uzaklaştırmaya elverişli araçlar bulundurmak gerekir. A.B.D'ndeki New Mexico'da bu tür büyük bir damıtma tesisi kurulmuştur.

Güneş enerjisiyle damıtma: Çok ucuz ve yalın bir yöntemdir. Ama, büyük miktarda su ve çok geniş alanlar gerektirdiğinden yalnızca astropikal bölgelerde uygulanabilir. Deniz suyu, bir siyah kaplamayla dış etkilerden korunmuş bir kaba konur ve üstü cam ya da saydam plastikle kapanır. Camdan geçen güneş ışığı, siyah kaplama tarafından soğurulup, kızılaltı ışınım (ısı) olarak yeniden salınır. Bu ışınımla ısınan deniz suyu, buharlaşır ve camın alt yüzeyinde soğuyarak yoğuşur. Yoğuşan buhar, camdan, toplama kaplarına doğru akar. Sığ kaplardaki deniz suyu, dipte katı maddelerin birikmemesi için belirli aralıklarla değiştirilir. Deneyler 37° enlemindeki bir bölgede, günde 4,5 litre içme suyu elde etmek için, 1 m²'lik su yüzeyine gereksinim olduğunu göstermiş, Yunan adalarındaki boş alanlarda, bu tür tesisler kurulmuştur.

Dondurma yöntemi: Eriyen buzun gizli ısısı, buharın gizli ısısından daha az olduğundan, dondurma, iyi bir tuzsuz su elde etme yöntemi olabilir. Tuzlu su üstündeki buz, tuzsuz su vererek erir. Ne var ki, uygulamada, büyük miktarda artık suyun çıkması önemli sorunlar yaratır. Elde edilecek her litre tuzsuz su için, deniz suyunun iki katı kadar tuzlu olan bir litre su-

Tuz giderme sistemlerine örnekler:
1. Çok aşamalı, apansız buharlaştırmayla damıtma. Kurak bölgelerde bu tesisler sürekli çalışır.
2. Basınç uygulayarak yapılan buharlaştırma. Bu sistem, günde yaklaşık 23 milyon litre kapasiteli küçük tesisler için uygundur.
3. Elektrodializ sistemi. Ticari bir tesiste bu birimlerden 300 tanesi bir arada kullanılır.
4. Geri osmoz sistemi. Oldukça yalın sayılabilecek bu tesislerden, günde yaklaşık 23 000 litre su sağlanır.



4

yun atılması gerekir. İşletme giderleri buharlaştırma yöntemlerindekini aştığından, dondurma yönteminden büyük çaplı tesislerde yararlanılması olanaklı görünmemektedir.

Geri osmoz yöntemi: Arı su ile tuzlu su arasında yarı geçirgen (çözeltiyi geçirip katıları geçirmeyen) bir zar bulunduğu zaman, arı su bu zardan tuzlu suya doğru osmoz (geçişme) basıncına ulaşıncaya kadar geçer. Karşılıklı geçiş durduğu zaman, zarın iki yanındaki hidrostatik basınç eşittir. Tuz tarafındaki basınç, zara ve çözeltiye özgü olan osmoz (geçişme) basıncını aşarak, tuzsuz su tarafındaki basıncı geçerse, tuzsuz su, geri osmozla tuzlu sudan dışarı atılır. Zar genellikle selüloz asetattan yapılır, gözenekli yapıda bir destekle tutulur ve 40 bar ya da daha fazla bir iç basıncı vardır. Bu yöntemde başlıca sorun, zarın basınca dayanamaması nedeniyle çıkar. Sentetik polimer gibi daha sağlam bir zar bulmak için araştırmalar yapılmaktadır.

Elektrodializ yöntemi: Bir elektrolitten (elektrik ileten sıvı) elektrik akımı geçirildiği zaman, katyonlar (artı yüklü iyonlar) katoda (eksi elektrot), anyonlar (eksi yüklü iyonlar) anoda (artı elektrot) doğru gider. Bir tuzlu çözelti içindeki iki elektrot arasına, anyon ve katyonları geçiren bir dizi zar yerleştirilir ve çözeltiden elektrik akımı geçirilirse, katyonlar (Na^+) ile anyonlar (Cl^-) farklı bölmelerde toplanır. Sonunda bölmelerin biri çok tuzlu çözeltiyle, öteki de tuzsuz suyla dolar. Bu yöntemde kullanılan elektrik miktarı, uzaklaştırılan tuzun miktarına bağlıdır. Yöntem, içindeki tuz miktarı milyonda 10 000 oranının altında bulunan sulara uygulanabilir. A.B.D'nde, günde 2 1/4 milyon litre tuzsuz su elde edilen elektrodializ tesisleri vardır.

TUZ ÜRETİMİ

Tuz, yani sodyum klorür $(NaCl)$, yerkabuğunda geniş bir alana dağılmıştır. 1 litre deniz suyu 25,1 gr tuz içerir. Dünyanın çeşitli yerlerinde, özellikle de A.B.D., S.S.C.B. ve Polonya'da, deniz suyunun buharlaşmasıyla oluşan büyük kaya tuzu birikintileri bulunur.

Çıkarılması: Polonya'da ve A.B.D'nin bazı bölgelerinde olduğu gibi, tuz yeterince arıysa, kaya tuzu normal MADENCİLİK yöntemleriyle çıkarılır ve herhangi bir işlemden geçirilmeden kullanılır. Kaya tuzu genellikle *oda-topuk* yöntemiyle çıkarılır.

Arı tuz isteniyorsa, kaya tuzu, tuzlu su oluşturacak biçimde suda çözülür ve buharlaştırılır. Buharlaştırma amacıyla çeşitli yöntemlerden yararlanılır. Tuz birikintilerinden tuzlu su elde etmek için, tuz çukurları suyla doldurulur; sonra, oluşan tuzlu su pompayla alınır. Ancak, tuz birikintisi çözünürken, çevredeki toprağın çökmesini önlemek için, bazı önlemler almak gerekir.

Doğal ve yapay tuzlu sudan tuzun ayrılmasını sağlayan başlıca üç yöntem vardır: *Açık tava buharlaştırması; güneş enerjisiyle buharlaştırma; vakum buharlaştırması.*

Açık tava buharlaştırması: Yaklaşık 3 000 yıldır bilinen açık tava buharlaştırması, en çok kullanılan ayırma yöntemi olmuş, ama XX. yy'ın başından bu yana yerini yavaş yavaş vakum yöntemine bırakmıştır. Yıllardır önemli bir değişiklik geçirmeyen açık tava buharlaştırmasında, yakıt tüketimi çok fazladır. Bir ton tuz elde etmek için, yaklaşık yarım ton kömür yakılır. Eskiden tuzlu su küçük çömleklerde ya da kurşun kaplarda buharlaştırılırken, günümüzde genellikle derin olmayan çelik kaplar ve tavalar kullanılmaktadır.

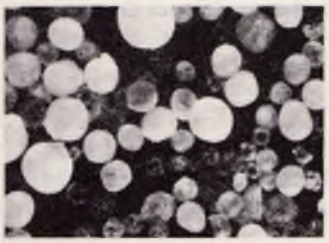
Tavalar, 46-61 cm eninde ve 9-30 cm uzunluğundadır. Her tava, tuğla duvarlarla desteklenir. Tuğla duvarlar, tavanın altında bir yanma odası oluşturacak biçimde düzenlenir. Tuzlu suyun buharlaşma sıcaklığının değiştirilmesiyle, önceden belirlenen sürelerde çeşitli tuzlar elde edilebilir. Üretilen tuzun iyi olması için, tuzlu suyun yaklaşık kaynama noktasında tutulması ve tuzun sürekli alınması gerekir. Düşük sıcaklıkta uzun sürede buharlaştırmayla, kaba taneli tuz elde edilir. Daha üstün nitelikli tuz, oluşur oluşmaz tavadan alınır ve tahta kalıplara yerleştirilir. Kalıplardan alınan tuz, birkaç gün sıcak bir odada bekletilir. Sonra, küçük küçük parçalara kesilir ya da öğütülüp elenerek paketlenir.

Güneş enerjisiyle buharlaştırma: A.B.D., S.S.C.B., Hindistan, Fransa, İspanya, İtalya ve İsrail gibi birçok ülkede tuz, deniz suyundan bu yöntemle elde edilir. Yöntem, tuzlu suyun açık havuzlarda güneş ısısıyla buharlaştırılmasına dayanır. Tuzlu su önce büyük yoğuşturma havuzlarına gönderilir (bu havuzların yüzey alanları 20 hektar dolayındadır): Orada kil ve kum gibi yabancı maddeler ile kalsiyum karbonat $(CaCO_3)$ ve kalsiyum sülfat $(CaSO_4)$ gibi kolayca çözünmeyen tuzlar ayrılır. Ardından, yoğuşturulmuş tuzlu su, çeşitli tuzların çökelme yoluyla ayrıldığı bir dizi küçük billurlaştırma tavasına gönderilir. En nitelikli tuz, ilk billurlaştırma tavasından elde edilir. Lut gölünde tuz bu yöntemle çıkarılır.

Vakum buharlaştırması: Tuz eldesinde kullanılan vakum tesisinde, üç ya da daha çok sayıda koni altlı kapalı silindir kap bulunur. Bu kapların her birinde bir buhar odası vardır. Ya bütünüyle tuzlu su içine daldırılmış ya da dıştan birleştirilmiş olan buhar odalarında, içinde tuzlu suyun dolaştığı çok sayıda düşey tüp bulunur. Bu düzenek, buhar sıcaklığının tuzlu suya iletilmesini hızlandıran çok geniş bir yüzey sağlar.

İlk kap, bir dış kaynaktan (çoğunlukla, elektrik jeneratörü türbinlerinden gelen egzoz buharı) gelen buharı, buhar odasına alır ve tuzlu su kaynamaya başlar. Isının çoğunu tuzlu suya veren buhar, yoğuşur ve su halinde dışarı atılır. Bu durumda kaynayan tuzlu su da, buhar üretmeye başlar. Bu buhar, boruyla ikinci kaptaki buhar odasına verilir. Aynı biçimde, ikinci kapta kaynayan tuzlu sudan çıkan buhar, üçüncü kaba verilir, vb. Son kaptaki buharsa, soğuk suyla yoğuşturulur.

Kaynayan tuzlu sudan çıkan buharın yoğuşturulması, basıncı düşürür. Bu nedenle tuzlu su, daha düşük bir sıcaklıkta kaynar. Basınçlar (buna bağlı ola-



Üstte soldaki üç resimde vakum tuzu (üstte), dallanmış tuz (ortada) ve taneli tuz (altta) görülmektedir. Sodyum klorür billurları küp biçimindedir.

Deniz suyunun güneş enerjisiyle buharlaştırılması. (üstte sağda) Su buharlaşınca, sığ havuzun dibinde biriken tuz alınır.

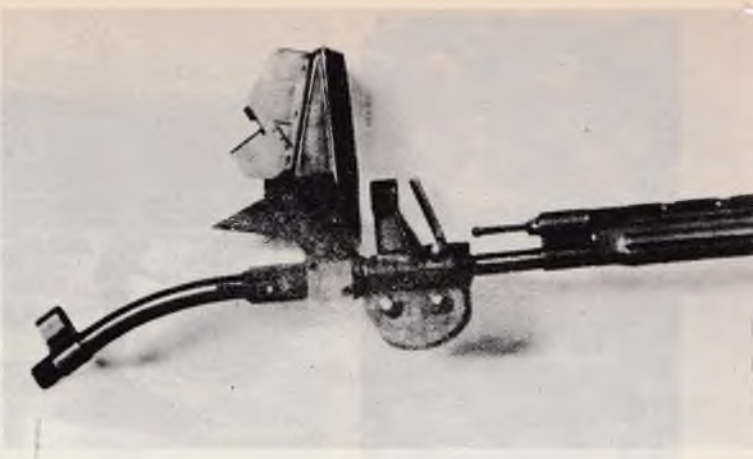
Sofra tuzu ve potas (potasyum karbonat) gibi birçok tuz, oda-topuk yöntemiyle çıkarılır. Resimde (altta), patlayıcı maddeyle yerinden sökülmüş kaya yığını, bir mekanik kürekle kaldırılmaktadır.

rak da kaynama sıcaklıkları), bir kaptan ötekine geçildikçe düşer. Son kapta basınç vakuma yaklaşır ve tuzlu su 37°C'ın biraz üstündeki bir sıcaklıkta kaynar. Kapların dibinden alınan tuzlu çamur, billurları tuzlu sudan ayıran filtrelere pompalanır. Ayrılan billurlar, taşıyıcı bantlarla, ya olduğu gibi depolara gönderilir ya da kurutuculardan geçirilir. Taneli tuz, özel olarak donatılmış çok etkili buharlaştırıcıda üretilir. Söz konusu buharlaştırıcıda, tuz billurlarının, istenen boyuta ulaşmadan önce kaynayan tuzlu sudan ayrılması önlenir. Dallanmış billur yapılı tuz yapımında, billurlar, bilinen küp biçimlerini değiştirerek, büyük yüzey alanlı, küçük sivri uçlu billurlar oluştururlar.

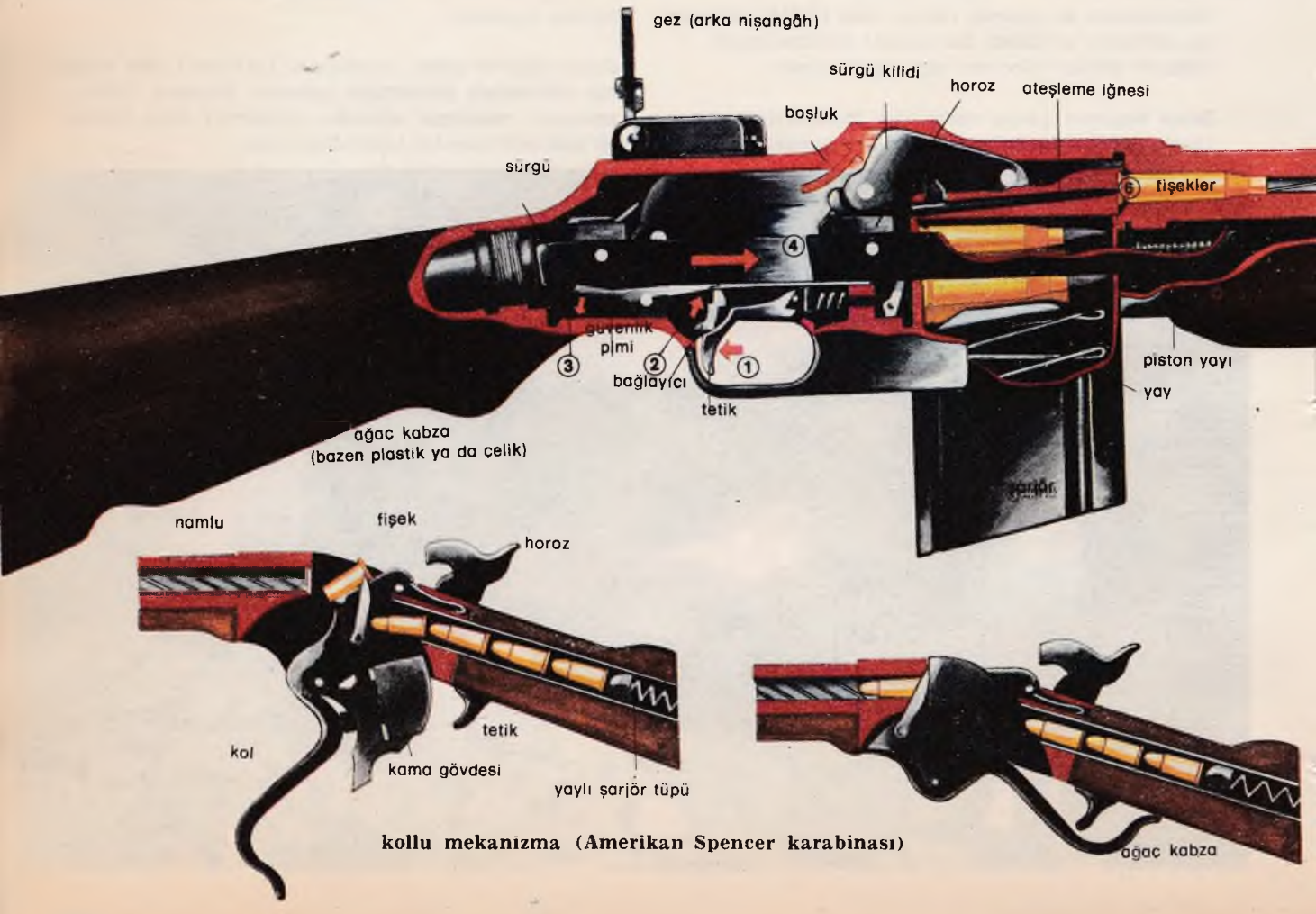
Tuz, klor, sodyum hidroksit, hidroklorik asit gibi endüstri ürünleri yapımında kullanılır. Üretilen tuzun büyük bir bölümü de yemek tuzu olarak tüketilir. Bunların dışında tuzun başlıca kullanım alanı, su yumuşatıcılarındaki iyon değiştirici reçinelerin yenilenmesi ve yollardaki buzlanmanın önlenmesidir.

TÜFEK

Tüfek, mermiye dönüş hareketi veren bir ateşli silahtır. Daha iyi isabet sağlayan dönüş hareketi, namlu içinde hareket eden mermiye yivler tarafından verilir. Merminin aldığı bu hareket, hedefe gidiş sırasında da sürerek, merminin biçimi ve yoğunluğu nedeniyle ortaya çıkabilecek düzensizlikleri ortadan kaldırıp, *cayroskopik denge* sağlar.



Bugüne kadar yapılmış en garip tüfeklerden biri. (üstte) Köşelerden ateş etme amacıyla bir periskop ve eğik uçlu bir namluyla donatılmış (İkinci Dünya savaşı sırasında yapılmıştır) Alman MP44 makinalı karabinası.



kollu mekanizma (Amerikan Spencer karabinası)

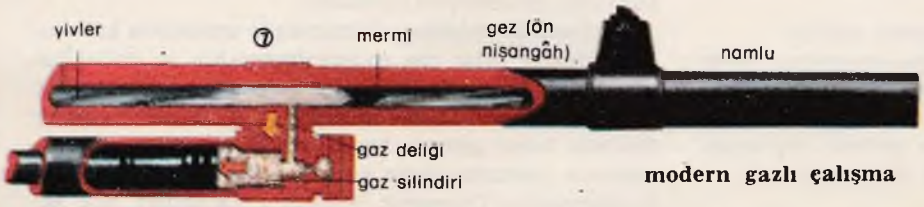
«Tüfek» sözcüğü, genellikle, bir kişi tarafından taşınan, omuzdan ateşlenen ve küçük, yüksek hızlı mermi atarı ateşli silah anlamında kullanılır.

Çeşitli tip mermilere verilen dönüş hareketi ilkesi oldukça eskidir: Ateşli silahların yapımından çok önce, oklar ve kargılar da dönüş hareketi verilerek atılırdı. Yivli namlular, ateşli silahların elde taşınacak kadar küçültülmesinden sonra ortaya çıkmıştır. İlk yivli namluların XV. yy'ın sonlarında, Almanya ya da Avusturya'da yapıldığı sanılmakta, ama bulucuları bilinmemektedir.

XV. yüzyılı izleyen üç yüzyıl süresince, tüfekler, çeşitli ülkelerin ordularına da girmekle birlikte, genellikle avcılar tarafından kullanıldı. Bu tüfeklerin tümü ağızdan dolmaydı ve kullanılmalarında ortaya çıkan en büyük güçlükler, saçma türü mermilerin namlulara uydurulmaları, atıştan sonra da yivlerdeki barut artığının temizlenmesiydi. Eski tüfeklerin çoğu, merminin ağızdan itilmesi, hattâ çekiçle vurulması yoluyla doldurulurdu. Söz konusu işlemlerin uzun zaman alması, tüfeğin yalnızca doldurma süresinin yaşamsal önem taşımadığı spor amaçlı atışlarda kullanılmasına yolaçmıştır.

1860 yıllarında kuyruktan doldurmanın ortaya çıkmasıyla, tüfekçilik alanında büyük değişiklikler oldu. Artık, merminin namlu ağzından zorla itilerek ya da vurularak tüfeğe doldurulması gerekmiyordu. Bir süre sonra da mermilere silindir biçimi verildi. XIX. yüzyıl sonlarında, yüksek basınçlı dumansız barutun bulunmasıyla tüfek son biçimini aldı.

Sürgü hareketli tüfekler: Tüfeklerde son yetmiş yıldır önemli bir değişiklik yapılmadı (en önemli yenilikler, kendiliğinden dolan tüfekler ile küçük kalibrelerdir). Eski tüfeklerin aşağı yukarı tümü elle çalışmaktaydı. Bunlarda kullanılan çeşitli mekanizmaların bazıları günümüzde bile geçerliliğini korumaktadır.



modern gazlı çalışma

sürgülü mekanizma (Alman WW1 Mauser Kar 98 k)

Bir Browning gaz çalıştırmalı otomatik tüfek. (solda) Tetik çekilince (1) bağlayıcı kalkarak, güvenlik pimini kaldırır (2) ve güvenlik piminin ucunu bastırarak sürgüyü serbest bırakır (3). Sürgü, piston yayının etkisiyle öne sürülür (4), kama kilidi de yukarı doğru kilitlenir. Sürgü ileri hareketini sürdürür (5), horozu ateşleme iğnesine değdirir, iğne de mermiyi ateşler (6). Mermi, gaz deliğini geçerken (7), namludaki basınç, pistonu geri iter. Bu sırada sürgü de geri kayar ve kilidi açar; boş kovan, bir çekici tarafından çekilip çıkarılır. Sürgülü mekanizma; sürgü kolunun yukarı döndürülüp, sürgünün geri çekilmesiyle kilitten kurtarılır. (resmin altında sağda) Mermiler şarjöre sürülür ve sürgü, yuvasına itilince, üstteki mermiyi mermi yuvasına sürüp mekanizmayı kurar. Tetiğin çekilmesiyle, ana yay serbest kalır ve ateşleme iğnesini mermiye değdirir. Sürgünün geri çekilmesi sonucu, boş kovan otomatik olarak atılır. Yalın kollu mekanizmada, kolun öne doğru hareketi boş kovanı atar ve mermi yuvasına yeni bir mermi sürülmesine neden olur. (resmin altında solda)

Yivli namlunun içi. (üstte)

Otomatik tüfek. (altta) Daha önceleri, atışlar arasında doldurma için, sürgü mekanizmasının açılıp kapanmasını gerektiren bir tüfek kullanılmaktaydı. Resimde görülen tüfekse (S.S.C.B. yapımı AK 47), otomatik doldurma yaparak, daha yüksek atış oranı sağlar. Bu silahta mekanizma, gaz basıncıyla çalışmaktadır.

En eski ve en kullanışlı mekanizmalardan biri, sürgülü (kamalı) mekanizmadır. Bu tür bir ateşleme mekanizmasında mermi yuvası, ev kapılarında bulunan sürgülere benzer bir aygıtla kapatılır. Sürgünün içinde, ateşleme iğnesinin (pim) gireceği bir delik bulunur. Sürgünün açılıp geri çekilmesiyle, ateşleme iğnesi de geri çekilip kurulur ve ateşlemeye hazır hale gelir.

İlk sürgü mekanizmalı tüfekler tek atışlıydı. Mermilerin mermi yuvasına teker teker yerleştirilmesi ve boş kovanların çıkarılması gerekiyordu. Bir süre sonra, şarjöründe birden çok mermi bulunan otomatik tüfekler yapıldı. Sürekli atış yapan çeşitli tüfek mekanizmalarının denenmesine karşılık, en yalın ve en iyi sistemin gene sürgülü mekanizma olduğu görüldü. Bu sistemde sürgünün altına bir şarjör konmakta ve mermiler bir yay tarafından yukarıya, mermi yuvasına doğru itilmekteydi. Sürgü, atıcı tarafından ileri sürülüp kapanırken, şarjörün en üstünde bulunan mermiyi de yakalayıp mermi yuvasına sürerdi. Boş kovansa, atıştan sonra bir çekici tarafından çekilip çıkarılırdı. Bu silahlarda atış hızı, atıcının, sürgüyü açıp kapama hızına bağlıydı.

Sürgü mekanizmalı tüfekler, avcılık ve hedef atışlarında hâlâ kullanılmakta, ayrıca orduda da, keskin nişancılar için yararlı olmaktadır. Bu tür tüfekler, genellikle aynı ağırlıkta (yaklaşık 4,5 kg), 8 mm (ya da 8 mm'ye yakın) kalibrelik mermiler atarlar. Böyle bir tüfekle, iyi bir atıcı 1 800 m uzaklığa atış yapabilir ve 800 m uzaklıktaki 60 mm^2'lik bir hedefi vurabilir. Keskin nişancılar için yapılmış bazı özel tüfeklerle, çok daha iyi sonuçlar alınabilir.

Otomatik tüfekler: Günümüzde ordularda kullanılan tüfekler artık elle çalıştırılmamakta ve doldurma, tetiğin çekilmesiyle otomatik olarak yapılmaktadır. Mekanizma, geri tepme gücüyle ya da daha uygun bir deyimle, barut gazının basıncıyla çalışır. Otomatik tüfeklerde, yalnızca nişan alınıp tetiğin çekilmesi yeterli olmaktadır. Otomatik doldurma sistemleri, elle ça-

lıştırılan mermi doldurma sistemlerinden çok daha karmaşık ve pahalıdır. Ne var ki, askeri silahlarda bu tür sistemlerin kullanılması zorunludur. Otomatik doldurmalı av tüfekleri de yapılmaktadır. Ama bazı özel uygulamalar dışında bu silahlar pek kullanılmamakta, genellikle av ve hedef atışlarında bu tür pahalı mekanizmalar gereksiz bulunmaktadır. Ayrıca, hedef atışlarında tek atışlı silahlar daha da iyi sonuçlar vermektedir.

Nişangâhlar: Bir tüfek ne kadar dengeli olursa olsun, hedefe iyi yöneltilmemişse sonuç başarılı olmaz. Nişangâh, tüfeğin en önemli parçalarından biridir ve isabet konusunda etkili olduğundan, iyi yapılması gerekir. Ancak, nitelikli nişangâhlar pahalıdır. Kısa menzilli atışlarda genellikle, namlu gerisindeki *V* biçimli bir çentik (gez) ile namlu ucundaki bir çıkıntı (arpacık) yeterli olur. Buna karşılık, isabet oranı yüksek olması istenen atışlarda kullanılacak tüfeklerin nişangâhları, çok daha dikkatli yapılmalıdır. Modern atış sporu yapan atıcılar, değişik rüzgar hızlarına ve değişik menzillere göre nişan almayı kolaylaştıran VERNİYE vidası ayarlamalı karmaşık bir nişangah sistemi kullanırlar. Ayrıca, bazı tüfeklerde, değişik ışıklardan gözü koruyan renkli filtreler ile gez ve arpacığın büyütülüp küçültülebildiği ayarlı nişangahlar da kullanılır.

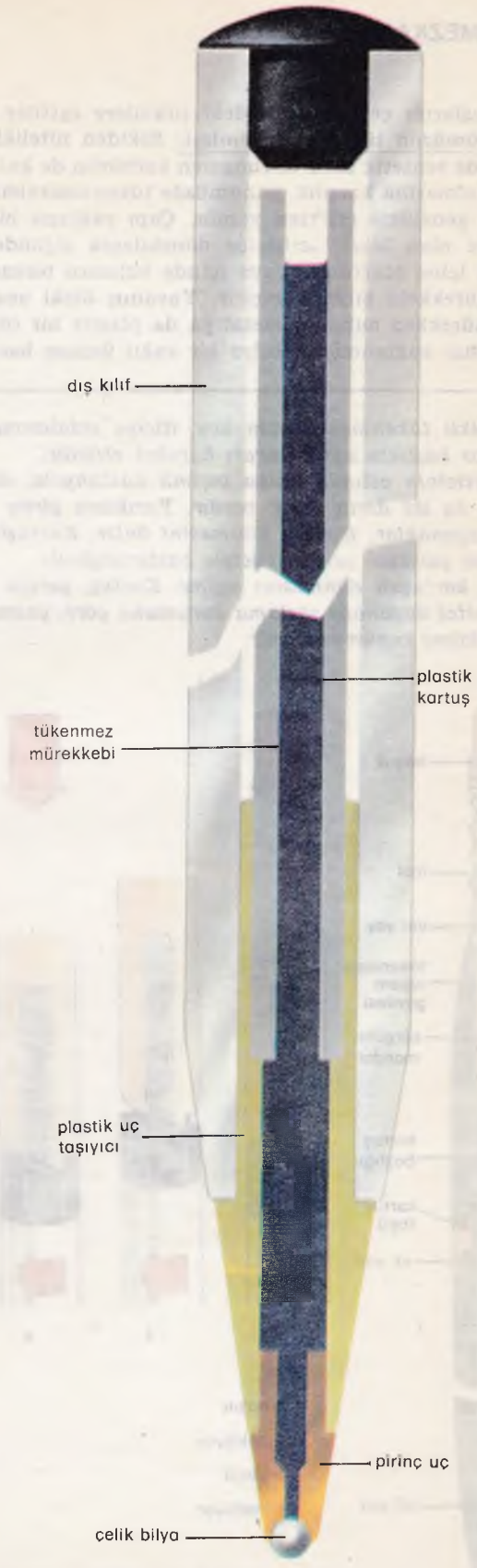
Bazı av tüfekleri ve askeri tüfekler, dürbünlü nişangahlarla donatılır. Bu nişangâh sistemi, bir dürbün ile, hedefe ayarlanabilen bir aygıttan oluşur. Aygıt, genellikle, merkezi hedefin ortasına getirilen bir çapraz telden oluşur. Dürbünlü nişangâhlarda, dürbün hedefi büyüttüğünden, nişan alma işlemi kolaylaşmakta, böylece, az ışık alan bölgelerde hareket halindeki av hayvanlarına yapılan atışlarda, çok başarılı sonuçlar alınmaktadır.

TÜKENMEZKALEM

XX. yüzyılın ikinci yarısında dolmakalemin yerini büyük ölçüde tükenmezkalem aldı. Oldukça yalın bir kalem olan tükenmezkalem (yalnızca tükenmez de denir), üstünde ağdalı mürekkep bulunan küçük bir bilyayla yazar. Kalem ucu görevi yapan küçük bilya, ince kartuşun (mürekkep tüpü) ucundaki delikte yeralır.

Gelişme: XIX. yüzyılda çeşitli dolmakalem tasarımları geliştirildi, ama ilk başarılı kılcal etkili kalem, ancak 1880 yıllarında, Waterman tarafından yapıldı. 1888 yılında A.B.D'nde John Loud, akıtmayan dolmakalem üstünde çalışırken, ilk tükenmezkalemi ortaya çıkardı. Günümüzün hafif tükenmezleri yanında oldukça ağır ve büyük olan bu kalem, ucunda bilya bulunan bir tüpten oluşuyordu. Bilya, her yöne serbestçe hareket edebilecek biçimde oturtulmuş ve tüp, ağdalı bir mürekkeple doldurulmuştu. Kalem hareket ettikçe, mürekkep, kılcal etkiyle tüpten akıyordu.

1938 yılında Macar Biro kardeşler, daha iyi çalışan bir tükenmezkalem yaptılar; İkinci Dünya savaşının başlamasından hemen sonra Arjantin'e yerleşe-



Bir ucuz tükenmezkalem. (üstte) Kartuşu 0,5 mililitre kapasitesindedir ve bu nedenle açık uçlu tüp kullanılmıştır. Kalemin yalnızca ucu metaldir. Öteki bölümleri, ucuz, renkli plastikten yapılmıştır.

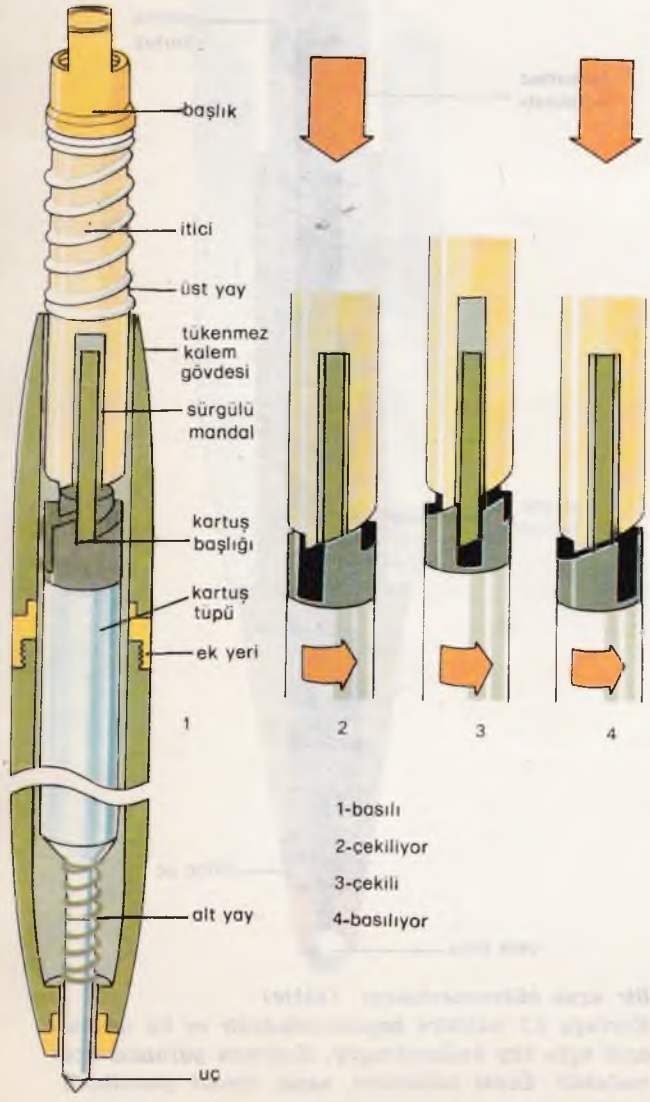
rek, buluşlarını çeşitli ülkelerdeki şirketlere sattılar.

Günümüzün tükenmezkalemleri: Eskiden nitelikli kalemlerde sentetik safir ve tungsten karbürün de kullanılmış olmasına karşılık, günümüzde tükenmezkalem bilyaları genellikle çelikten yapılır. Çapı yaklaşık bir milimetre olan bilya, serbestçe dönebilecek biçimde, bir yuva içine oturtulur. Yuva içinde bulunan birkaç delik, mürekkebi bilyaya geçirir. Yuvanın öteki ucu, içinde mürekkep bulunan metal ya da plastik bir tüpe (kartuş) bağlanmıştır. Bilya bir kağıt üstüne bastırıldığı ve hareket ettirildiği zaman mürekkep, kılcal etkiyle kartuştan aşağı iner. Bu durumda bilya, aşırı mürekkep akışına engel olan bir supap işlevi yapar.

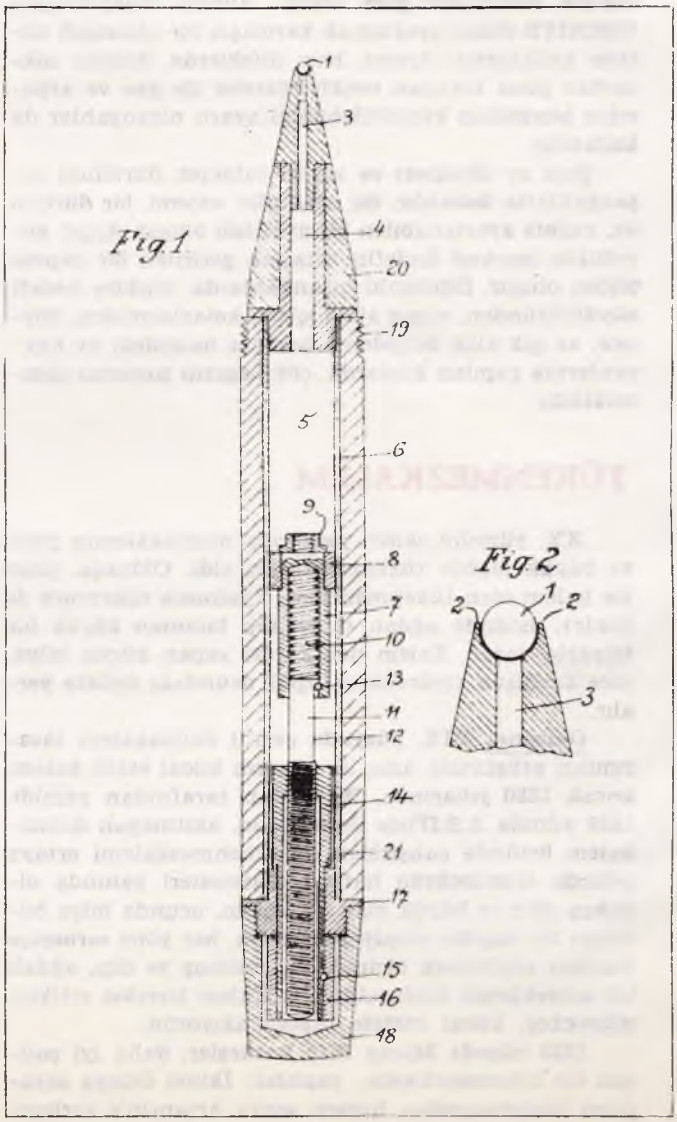
İlk tükenmezkalemlerde, mürekkebin bir bölümü tükenince, bilya ile kartuş arasında kısmi vakum oluşarak, mürekkep akışını engelliyordu. Bu sorun, tüpün öteki ucunda küçük bir delik açılarak ortadan kaldırıldı: Uçtaki mürekkep boşaldıkça, tüpten yuvaya yeni mürekkep dolar ve vakum, delikten giren havayla önlenir.

Tükenmeze bu biçimde mürekkep verme, hem kılcal etkiyle hareket edecek, hem de delikten dışarı sızmayacak bir mürekkebin bulunmasına dayanıyordu. Önceleri baskı mürekkebi kullanıldı; ama çok geçmeden bunların, sızmayı önleyecek kadar ağdalı olmadı-

Bu nitelikli tükenmezkalemin ucu, iticiye vidalanmış büyük bir başlıkla aşağı-yukarı hareket ettirilir. (altta) İticinin altında halka biçimli kastanyola, iki yanında da iki derin yarık vardır. Yarıklara giren metal dayanaklar, iticinin dönmesini önler. Kartuşta da diş ve yarıklar vardır. İticiyle bastırıldığında mandal, kartuşun dönmesini sağlar. Kartuş, yarığa ya da metal dayanağa raslama durumuna göre, yazma ya da çekilme konumuna gelir.



László ve Georg Biró'nun tükenmezkalem patenti için yapmış oldukları özgün çizim. (altta) Bu kalem, kalemin ortasında bulunan vidalı pompa aracılığıyla yeniden doldurulabilecek biçimde tasarımlanmıştı.



ğı anlaşıldı. Böylece, yaklaşık yirmi yıl süren tükenmezkalemi geliştirme çalışmalarının temelini, uygun bir mürekkep bulma çabaları oluşturdu. Tükenmez için geliştirilen ilk mürekkepler, ağır jelatin biçimindeydi, ama günümüzde iki ana tür vardır. Bunlardan biri yağda eriyen bir boyadır ve kağıt tarafından soğurularak kurur. Bu mürekkebin ağdalılığı fazladır; ama ikinci tür, yani alkolde eriyen ve kağıtta uçarak kuruyan mürekkepler kadar net bir yazı sağlamaz.

Kartuş kapasitesi, 0,5 ile 1,5 mililitre arasında değişir. Küçük kapasiteli kartuşların arkası açıktır; çünkü bunlarda bulunan mürekkebin ağdalılığı, sızmaya yolaçmayacak düzeydedir. Buna karşılık, 1,5 mililitrelik tüplerin bulunduğu kalemlerde, delikli bir tapa ve mürekkebin arkasına doldurulan daha ağdalı bir akışkan kullanmak gerekir. Arkaya doldurulan madde, sızmayacak kadar «katı», kullanılan mürekkebin yerini dolduracak kadar da «sıvı» olmalıdır.

Tükenmez ucunun çıkarılıp içeri çekilmesi, yani kartuşun aşağı-yukarı hareket ettirilmesi amacıyla çeşitli mekanizmalar geliştirilmiştir. Ama bunların tümünde, kartuşun altına yerleştirilen bir yay ve kalemin üstündeki bir düğmeye basıldığında aşağı inen bir itici vardır. Bir tür kalemde, itici, düğme aşağı bastırılınca bir kastanyola aracılığıyla döner. Bu kastanyola kalemin içindeki yarıklara bağlanmıştır. Düğme serbest bırakılınca, kalem ucu, yazma konumunda, yani dışarda kalır. Düğmeye yeniden basıldığında uç içeri girer.

Başka bir tür mekanizmada da, yaylı itici, kartuşun üstüne yerleştirilmiştir. Kilitleme mekanizması, düşey dişli mandala bağlı bir oynar iğneden oluşur. Bu iğne, yürek biçimli bir yarık içinde dönerek, yazma ve içeri çekilme konumlarına gelir.

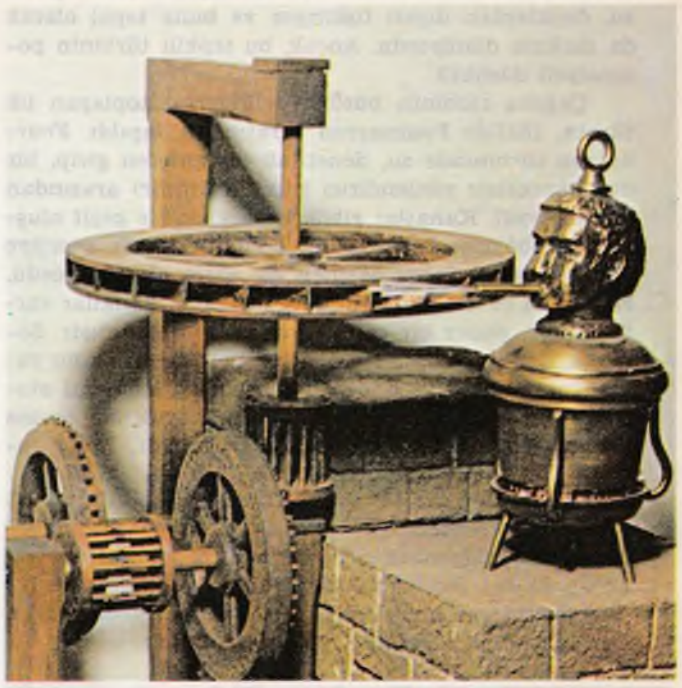
Kullanılıp atılan daha yalın tükenmezlerde, kartuşun açık ucunda bir kapak vardır ve kalem, yazma konumuna, kalemin yan tarafında bulunan bir tırnağın aşağı itilmesiyle getirilir. Tırnak, uç yazma konumundayken aşağı doğru yeniden bastırılırsa, kartuş geri itilir.

Tükenmezkalemler ile dolmakalemler arasındaki büyük fiyat farkı, dolmakalemlerin genel kullanımını büyük ölçüde kısıtlamıştır. Ancak, tükenmezkalemlerle çizilen çizgilerin mikroskopla incelendiğinde kesintili olması, bazı belgelerin yazılmasında ve imzalanmasında, tükenmez kullanımının yasaklanmasına yolaçmıştır. Bu nedenle dolmakalemin işlevi hâlâ sürmektedir.

TÜMLEŞİK DEVRE Bk. ENTEGRE DEVRELER

TÜRBİN

Türbin, bir ELEKTRİK SANTRALI'nda, elektrik üretme amacıyla, akan bir sıvıdaki enerjinin bir bölümünü mekanik enerjiye dönüştüren bir döner makinadır. Gaz türbinindeyse (Bk. JET MOTORU VE GAZ TÜRBİNİ), bir kompresör-yanma odası-türbin sistemi



1628 yılından kalma buhar püskürtmesiyle çalışan bir türbin modeli. (üstte) İ.S. I. yüzyılda İskenderiyeli Heron'un yaptığı en eski türbinler, uygulamaya geçirilemeyen tepki türbinleriydi.

vardır. Burada, yalnızca buhar ve su türbinlerini inceleyeceğiz.

«Türbin» sözcüğü, latince «dönme» anlamında «*turbo*» sözcüğünden türetilmiş, ilk kez C. Burdin (1790-1873) tarafından kullanılmış, sonra da öğrencisi, B. Fourneyron (1802-1867) ilk pratik modern türbini gerçekleştirmiştir.

Türbine, TERMODİNAMİK'in birinci yasası uygulanınca, çalışma sıvısı sürekli içinden geçiyorsa, çeperlerden ısı geçişi önemsizse ve sıvı giriş-çıkış ağızları arasında çok büyük bir kot farkı yoksa, sıvının birim kütlesinden oluşan gücün, «*özgül durgunluk antalpisi*» denen sıvı özelliği farkına eşit olduğu görülür. Söz konusu özellik, iki bölümden oluşur: Antalpi, yani termodinamik özellik: kinetik enerji (bu da harekete bağlı özelliktir; Bk. DİNAMİK). Buhar için antalpi, ısı ve basınç gibi özelliklerin bir fonksiyonudur. Su içinse, bu durgunluk antalpisi farkı, makina boyunca su basıncı farkının, su yoğunluğuna oranına eşittir. Ağdalılık etkilerinden dolayı su akımındaki düzensizlikler, elde edilen gücün, ideal güçten az olmasına yolaçar.

Su türbini: Endüstri Devrimi başlarında SU DEĞİRMENİ ya da su dolabına, dönme hızındaki ve kullanılan kot farklarındaki kısıtlamalar yüzünden, başka seçenekler arandı. 1740 yıllarında *Barker değirmeni* bulundu. Sonraları «İskoç değirmeni» diye de adlandırılan bu aygıt, her birinde teğetsel bir deliğin bulunduğu iki kolla sonlanan dikey bir borudan oluşuyordu.

Makina, yataklar üstüne oturtulmuştu. Üstten giren su, deliklerden dışarı fışkırıyor ve buna tepki olarak da makina dönüyordu. Ancak, bu tepkili türbinin potansiyeli düşüktü.

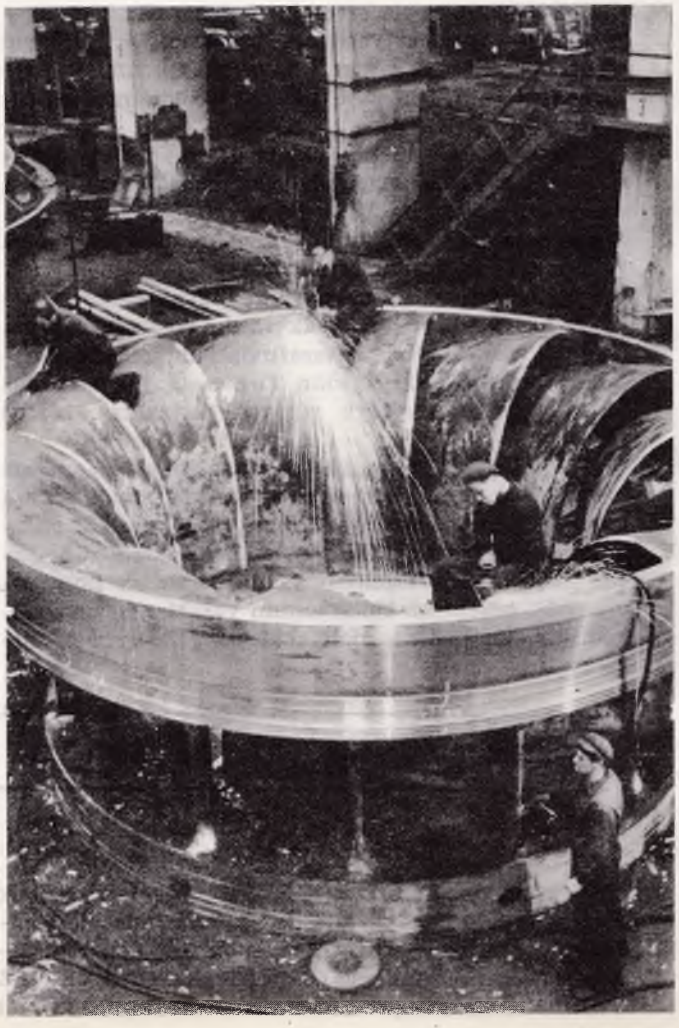
Çağdaş türbinin bütün özelliklerini toplayan ilk türbin, 1827'de Fourneyron tarafından yapıldı. Fourneyron türbininde su, denetimli bir girişten girip, bir dizi hareketsiz yönlendirici kanat (difüzör) arasından geçmekteydi. Kanatlar gittikçe daralan bir geçit oluşturuyor, böylece basıncın bir bölümü kinetik enerjiye dönüşüp, dışa doğru basınçlı bir akım oluşturuyordu. Kanatları çevreleyen rotorda da daralan kanallar vardı. Rotor, düşey bir şaft boyunca yataklanmıştı. Sonuçta, dönen rotordan geçen basınçlı suyun akımı yavaşlıyor, böylece üstünde bir döndürme momenti oluşuyor ve şafta güç iletiliyordu. Bu büyük bir aşama olmakla birlikte iki bakımdan sakıncalıydı: Rotor yatağının biçimi uygun değildi; su akımına merkezkaç kuvveti yardımcı oluyordu. Merkezkaç kuvveti, denetim sorunları ortaya çıkarıyordu. Rotor yavaş yavaş hızını artırma eğilimi gösteriyor ve hızı daha da artıran daha çok akım oluşmasına yolaçıyordu.

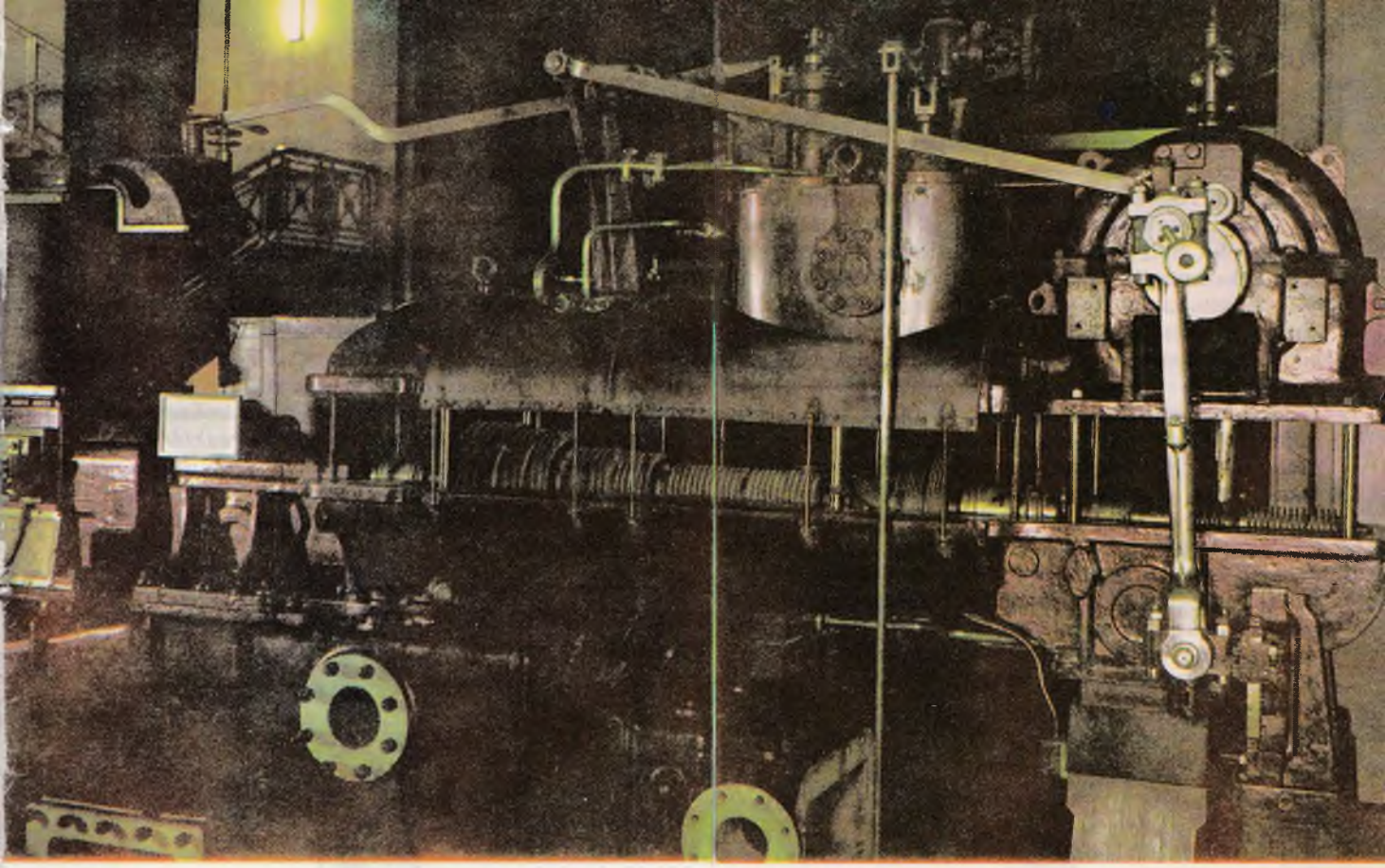
1850 yıllarında, İngiltere'de J. Thomson, A.B.D'nde de J. Francis, *içe akışlı* radyal türbini gerçekleştirdiler. Söz konusu türbin, Fourneyron'un makinasına benzemekteydi; ama rotor, difüzörün içinde yeralıyordu. «Francis türbini» denilen bu türbin, günümüzde de en çok kullanılan tiptir; çünkü kullanılabileceği çok geniş bir *kot farkı (düşü)* bölgesi vardır.

Sonraki gelişmeler arasındaysa, 1920'de V. Kaplan'ın yaptığı ayarlanabilen çark kanatlı bir eksenel türbin ve 1956'da Paul Deriaz'ın geliştirdiği ayarlı kanatlı karışık akımlı (yarı eksenel, yarı radyal) makinalar sayılabilir. Kaplan türbini çok düşük düşülerde kullanışlıdır; Deriaz türbiniyse, ayar mekanizmalarına daha az yer ayrıldığı için, daha sağlamdır.

Niagara çağlayanına yerleştirilen su türbinleri. (altta solda) Bunlar eskiden Francis tipindeydiler. Günümüzdeyse daha kullanışlı olmaları nedeniyle Deriaz pompa türbinleri kullanılmaktadır.

1961'de Leningrad'da, bir hidroelektrik güç santralı için yapılmış türbin. (altta sağda)





Charles Parsons'un buhar türbini. (üstte) Parsons, kademeleri ilk gerçekleştiren kişiydi. Ayrıca, tepki kademesi ilkesini de geliştirmişti.

Bu makinaların tümünde su basıncı, difüzörden ve çark kanatlarından geçerken azalmaktadır. Bütünüyle başka bir tipse, etki (aksiyon) türbinidir. Bu makina çok yüksek düşülerde kullanılabilir. Giren suyun basıncı, bir eksenel-simetrik lülede, atmosfer basıncına düşürülür ve bir çarkın çevresine takılı «kepçe»ler üstüne yüksek hızla püskürtülmektedir. 1850'lerde Kaliforniya'da yalın bir türü altın madenlerinde kullanılmış olan bu makina, 1880'lerde L. Pelton tarafından bir teğetsel akım makinası olarak geliştirilmiş ve «*Pelton çarkı*» diye adlandırılmıştır. 1920 yıllarındaysa, «*türbo-aksiyon*» adı verilen eksenel bir akım makinası haline getirilmiştir. Günümüzde de kullanılan her iki tipte de, suyun akış hızı, lüleye takılı eksenel-ayarlı bir düzenekle denetlenir.

Buhar türbini: İsveçli C.G.P. De Laval (1845-1913), 1880 yıllarında tek kademeli bir eksenel etki türbini gerçekleştirdi. Aynı yıllarda İngiliz C.A. Parsons da çok kademeli, % 50 tepkimeli bir eksenel türbin üstünde çalışmalar yaptı.

Buharın, suyun tersine, düşük yoğunluklu bir akışkan olması nedeniyle, söz konusu makinalar su türbinlerinden çok farklıydı. Su soğutmalı bir ISI DEĞİŞTİRİCİSİ'nde, türbinin egzoz buharının yoğunlaştırılmasıyla, bir atmosferin 1/20'si kadar bir buhar çıkış basıncı elde edilebilir. Söz konusu dönemde kullanılan en yalın kazanlarda bile, yaklaşık dört atmosferlik bir basınçta en yüksek düşü kullanılarak, Pelton türbininden elde edilen hızdan çok daha yüksek hızlar elde edilmiştir. Yalın etki türbininde, çark kanatlarının, püskürtücü hızının yarı değerinde dönmesi gerekmekte, bu yüzden, bu tip tek kademeli makinada, çarka büyük basınç uygulayan büyük bir çark hızı oluşmaktadır. Sorun, *basınç-birleşik* türbininde, bir dizi De Laval tipi kademenin seri yerleştirilmesiyle, *hız-birleşik* türbininde de, buharın akış yönünü değiştiren iki ya da daha çok sayıda hareketsiz çarkla giderilmiştir.

Buhar türbinleri, kısa sürede, güç üreten ve gemi tahrik eden buhar makinalarının yerini almıştır.

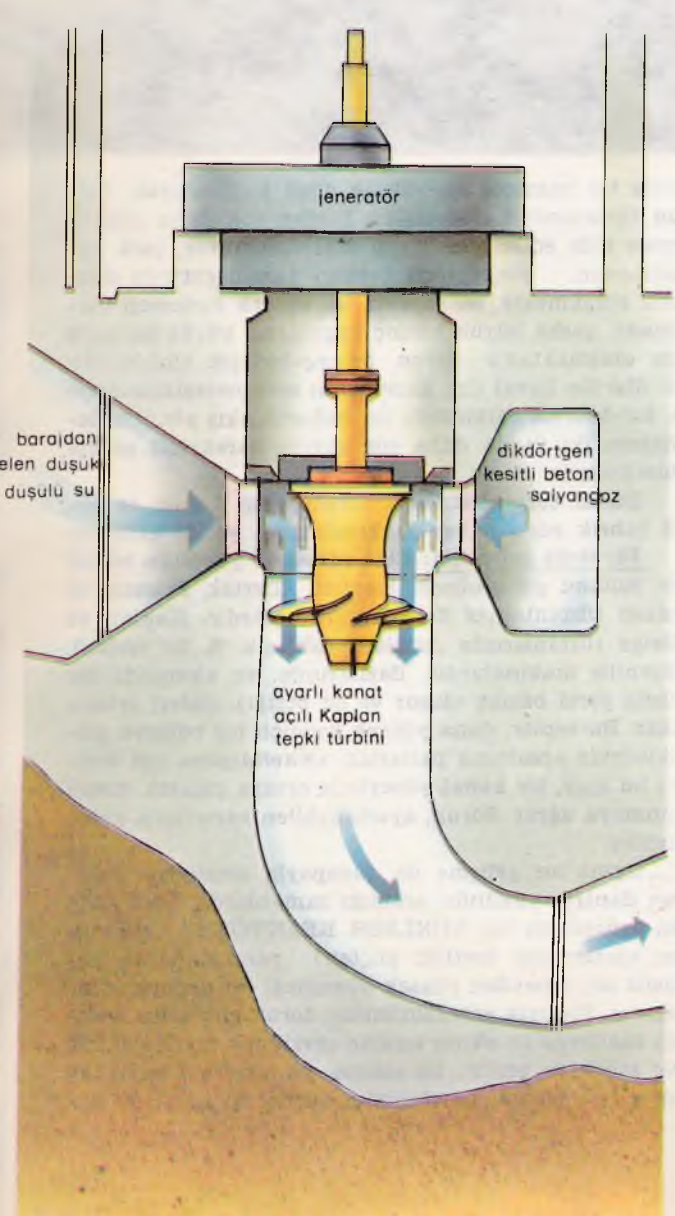
Türbinin gelişmesi: Elde edilen su gücünün büyük bir bölümü günümüzde, Kaplan, Deriaz, Francis ve Pelton türbinleriyle değerlendirilmektedir. Kaplan ve Deriaz türbinlerinin çeşitleri, yaklaşık % 90 verimli, güvenilir makinalardır. Bazılarında, su akımında bir düşük yerel basınç oluşur ve su buharı cepleri ortaya çıkar. Bu cepler, daha yüksek basınçlı bir bölgeye geldiklerinde apansızın patlarlar. «*Kavitasyon*» adı verilen bu olay, bir kanat yüzeyinde ortaya çıkarsa, metal aşınmaya uğrar. Sorun, ayarlanabilen kanatlarla giderilebilir.

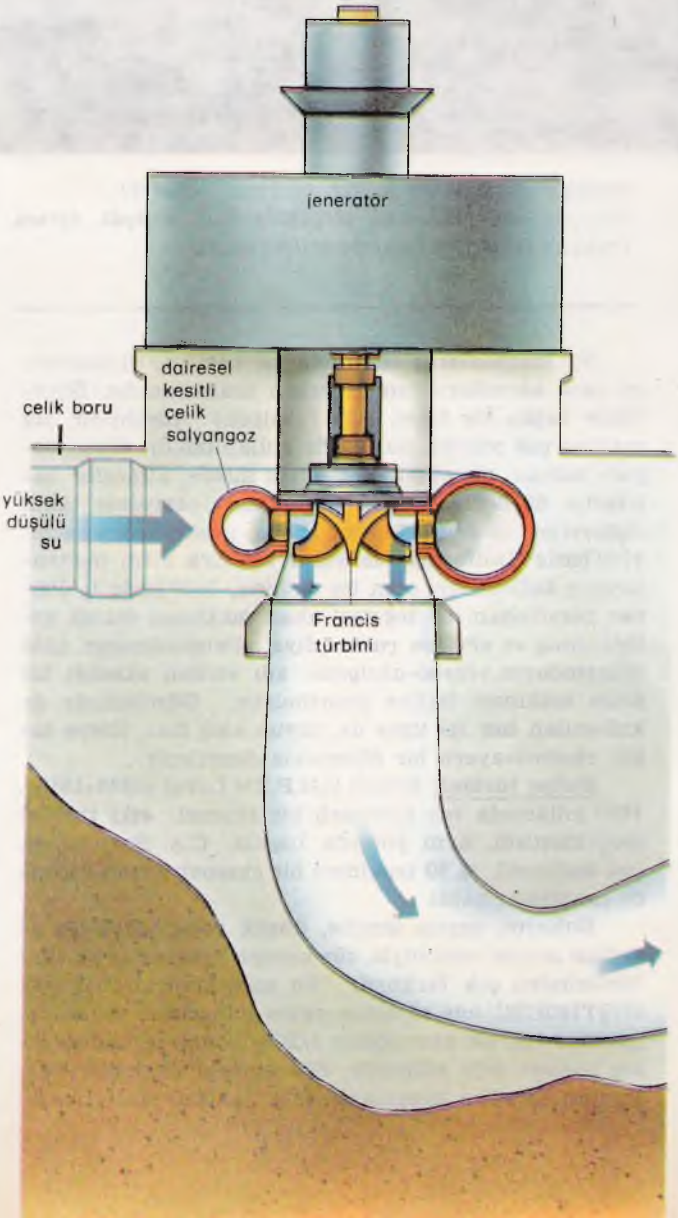
İlginç bir gelişme de, pompayla depolama yoludur. Santral yükünün azaldığı zamanlarda, artık güçten (sözgelimi bir NÜKLEER REAKTÖR'ün gecenin geç saatlerinde ürettiği güçten) yararlanılarak, su, düşük bir düzeyden yüksek düzeydeki bir depoya pompalanır. Elektrik gereksiniminin doruk noktasına ulaştığı saatlerde su akımı tersine çevrilerek, hidroelektrik güç şebekeye verilir. Bu sistem, ya birbirine bağlanabilen ayrı pompa ve türbinler ya da iki işlevi de ka-

natların ayarlanmasıyla gerçekleştiren bir tek türbin gerektirir.

Buhar türbinlerinin gelişmesi sürmektedir. Çağdaş elektrik santrallarında tesisin gücü 1 200 MW kadar olabilir. Buhar, 160 atmosferde çalışan ve 550°C'a ısıtılan kazanlardan elde edilir. Türbin girişindeki buhar yoğunluğu, çıkıştakinin 2 000 katı kadardır. Çark genişliklerini belirli sınırlar içinde tutabilmek için, akımı bölmek gerekir. Genellikle makina üçe bölünür. Yüksek basınç bölümünden gelen buhar, yeniden ısıtılması için kazana döner. Sonra, iki akışlı ara basınç türbinine, oradan da, iki ya da üç akışlı alçak basınç türbinine gelir. Kazanı besleyen suyun önceden ısıtılması için, buhar, genleşme çizgisi boyunca birkaç noktadan verilir. Buhar genleştiğinde su damlacıkları ortaya çıkar. Bu damlacıklar, düşük basınç türbininin son kademesinin statorunda birikme eğilimi gösterirler. Bu da, su türbinlerinde, kavitasyon nedeniyle oluşan aşınmaya benzeyen bir aşınmaya yolaçar. Su damlacıkları oluşumu, buharın yeniden ısıtılmasıyla en aza indirilir. Sorun, *buhar üreten ağır su reaktörü* sisteminde daha ciddidir; çünkü sıcaklık, aşırı ısınmaya ve yeniden ısıtılmaya olanak vermeyecek kadar düşüktür. Bu nedenle SANTRİFÜJ'le su damlacıklarının ayrılması gerekir.

Francis tipi salyangozlu su türbini. (altta solda ve sağda) Bir sıvı taneciğinin basıncı, basınç göstergesiyle ölçülen statik basınç ile akıntının önüne çıkan cisme uygulanan dinamik güç olan basıncın karışımıdır. Bu büyüklük, hızın karesiyle artar. Türbindeki su, salyangozda dolaşarak, dar çaplı yere gelir ve statik basıncın bir bölümü dinamik basınca dönüşür. Santrifüj pompalarının çoğunda salyangozlu gövdeler vardır, ama akışkan ters yöne gider; çünkü amaç, düşük basınçta yüksek hızdaki akımı, yüksek basınçta düşük hıza çevirmektir.





TÜRBOŞARJÖR Bk. SÜPERŞARJÖR VE TÜRBOŞARJÖR

U

UÇAK

PLANÖR'den jet yolcu uçaklarına kadar, havadan ağır olan bütün hava araçları, yerçekimi etkisine karşı bir kaldırma kuvveti oluşturan mekanik enerji gerektirirler. Bu ilke, havadan hafif olan balonlar dışında kalan, OTOJİR'ler, HELİKOPTER'ler ve dikine kalkan uçaklar gibi, bütün hava araçları için geçerlidir.

Planörde gerekli enerji, çekici uçakla ya da vinçle sağlanır. Planör kanatları, ileri hareketle kaldırma kuvveti sağlayacak biçimdedir, yani AEROFOİL olarak tanımlanan kesitlidir. Kuyruktaki dikey ve yatay kanatlar da uçağa ek denge sağlarlar. Verilen enerji kesildiğinde, planör, bir süre için yükselen hava akımlarıyla uçuşunu sürdürür, ama yavaş yavaş yükseklik yitirip, yere iner.

Havadan ağır araca, uçabilmesi için, rüzgar direncine karşı ileri hareketi sağlayacak bir enerji verilmesi gerekmektedir. Motorlarla çalıştırılan PERVANE'ler, jetler ve ROKET'ler, hem kalkış, hem de havada kalış için gerekli olan bu enerjiyi sağlarlar.

Tarihçe: Uçak, çok uzun çalışmalardan sonra yapılabildi. Bu alandaki gelişmelerin yavaş olmasının başlıca nedenleri, uygun bir motor bulunamaması ve uçağı, kuş uçuşlarına dayandırma çabalarıydı. «Ornitopter» denen kanat çırpan hava taşıtları üstündeki çalışmalar, büyük zaman ve emek ziyanına yolaçtı. Ama 1804 yılında George Cayley, bir PLANÖR yaptı ve en az iki ayrı planörle uçmayı başardı. Uçma deneylerine girişen ilk havacıların büyük bir bölümü, uçaklarının denetlenebilirliği yerine, doğal dengeyi dikkate alma yanlışlığını yaptılar. 1890 yıllarında 90-230 m'lik planör uçuşları yapmayı başaran Otto LİLİENTHAL bile, yalnızca beden hareketleriyle uçağını denetlemeyi denedi ve planörün yükseklik dümenine bağlı bir beden bağı üstünde çalışmaya, ancak ölümünden (1896) bir yıl önce başladı.

XIX. yüzyılın ikinci yarısında A.B.D'nde, İngiltere'de ve Almanya'da pek çok uçuş denemesi yapıldı. Ne var ki bunlar, dağınık ve başarısız deneyler olmaktan öteye geçemedi. Octave Chanute'un, havacılık konusunda kanıtlanmış bilgileri toplayıp isteyenlere aktarmasına kadar, havacılar arasında bilgi alış verişi yapılmadı. Chanute, 1896 yılından başlayarak, A.B.D'nde hem uçak yapımı üstünde çalıştı, hem de hareketsiz kanatlı uçuş ilkelerini yaymaya başladı. 1903'te de Paris'te havacılık dersleri verdi.

Hareketsiz kanatla uçuş ilkelerinden bazıları, 1809 yılında Cayley tarafından açıklanmıştı. Cayley, itiş gücü, hava direnci ve kaldırma kuvveti konusunda açıklamalar yaparak, eğimli AEROFOİL'in, düz levha biçimli kanattan üstün olduğunu belirtti. 1899 yı-

İkinci Dünya savaşında kullanılan Supermarine Spitfire uçağı. (üstte) Bu uçak, performansını artıran gelişmeler sonucu savaşın en hızlı avcı uçağı oldu. Resimde görülen Spitfire XVI, hava direncini azaltmak için kanat uçlarına kare biçimi verilmiş son modellerden biridir.

Douglas Dakota, taşımacılık alanındaki en önemli uçaklardan biridir. (altta) Askeri ve sivil tipleri hâlâ kullanılmaktadır.

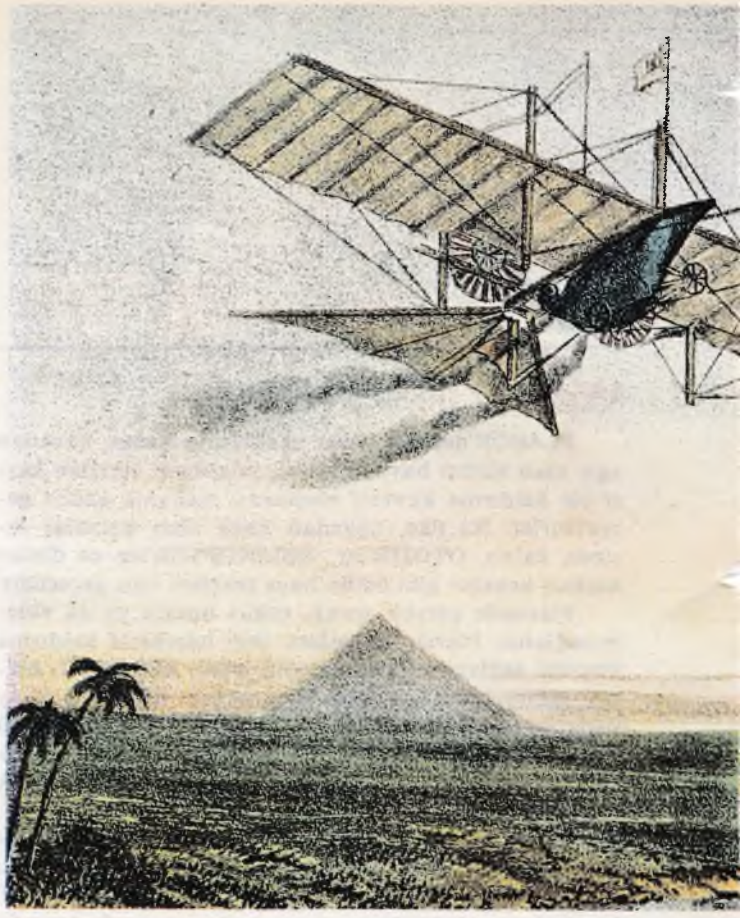
Henson ve String'in 1842'de yaptıkları «buharlı hava aracı». (sağda) 1847'de aynı uçağın daha küçük boyutlusu yapılmış, ama uçurulamamıştır.

lında Wright kardeşlerin yaptığı ilk planöre, yanal denetim için kablolarla bükülebilen kanatlar takıldı. Buna karşılık, A.B.D'nde S.P. Langley ile Fransa ve İngiltere'de bu konuda çalışan ilk havacılar, pek başarılı olamadılar. 1903'te uçan Wright kardeşler bile, kanat hareketlerinin yeterli olmadığını anlamalarına karşın, uçak kumandaları konusunda tam bir çözüm bulamadılar.

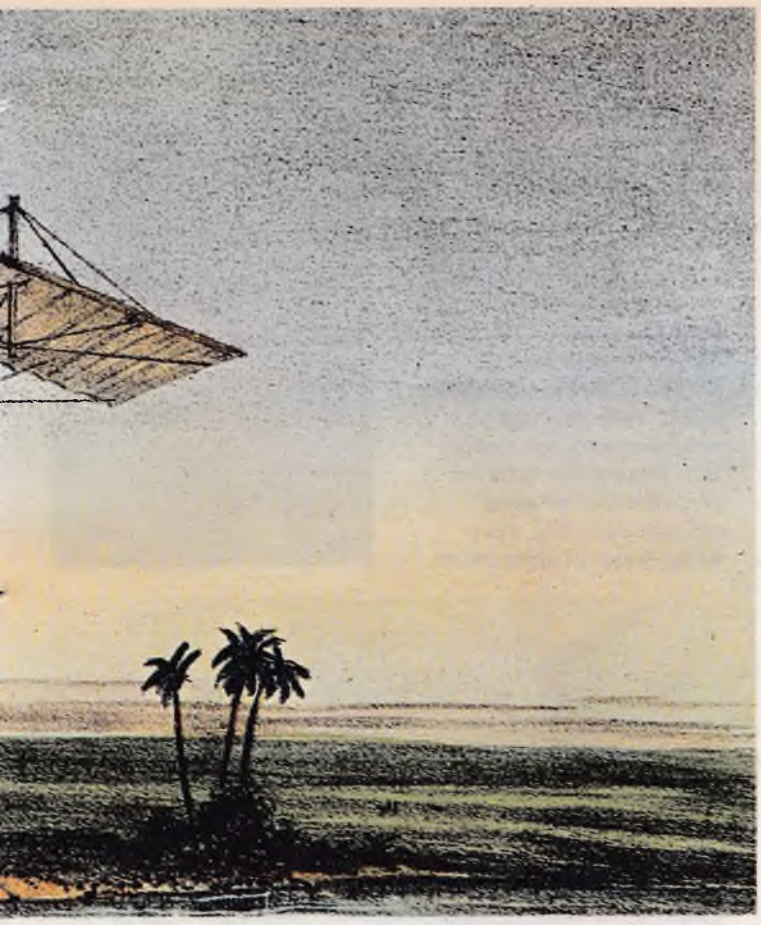
Wright'ların motorlu uçuşu gerçekleştirmelerinden önce, pek çok değişik proje yapıldı. Bunların en önemlisi, 1842'de W.S. Henson tarafından tasarlanan «buharlı hava aracı»ydı. Söz konusu uçakta, bir kuyruk takımı, kutu-uçurtma biçimli kanatlar ve kalkış - inişte kullanılacak üç tekerlekli bir iniş takımı olacaktı. Kiriş ve nervürlerle yapılmış 46 m açıklıklı kanatları ve iki tane altı palalı pervanesi olması öngörülmüştü. Ama bu uçak yapılamadı. 1894 yılında Hiram Maxim, 3,5 tonluk bir aygıtı, iki buharlı motordan sağlanan 360 beygirgücü kullanarak kaldırdı. Fransa'da Temple de la Croix, Pénaud ve Ader gibi havacılık öncüleri, burulmuş lastik, zemberek mekanizması ve buharlı motorları, model uçaklar üstünde denediler. İngiltere'de H.F. Phillips, Cayley'in eğimli kanat ilkesi üstünde yeniden çalışmaya başladı ve basınç ile kaldırma kuvvetinin, kanadın alt ve üst yüzeylerindeki dağılımını açıkladı.

Bütün bu çalışmalar konusunda bilgi toplayan Wright kardeşler, uygun buldukları düşünceleri uygulama alanına koymaya karar verdiler. Aynı zamanda, itiş-kaldırma güçleri arasındaki ilişki, pervanelerin etkileri, direnç, basınç ve yapım konusunda kendi hesaplarını da sürdürmekteydiler. Üçüncü planörlerinde, istedikleri gibi bir gövde yapmışlardı. Bundan sonra, uçaklarına güç verecek bir otomobil motoru aramaya başladılar. Ne var ki, istedikleri güç - ağırlık oranında bir otomobil motoru bulunmadığından, yeni bir motor yaptılar ve ilk motorlu uçuşlarını 17 Aralık 1903'te gerçekleştirdiler. Aynı yıl iki ay kadar önce, gene benzinli bir motorla uçan ve C.M. Manly tarafından kullanılan, S.P. Langley'in yaptığı uçak, katapult mekanizmasında ortaya çıkan bir arıza nedeniyle Potomac ırmağına düşmüştü. Wilbur ve Orville Wright'ın uçuşuysa, büyük bir başarıyla sonuçlandı.

Wright kardeşlerin başarısı, dünyanın başka bölgelerinde pek dikkat çekmedi. Ama onlar, çalışmalarını sürdürdüler ve 1905 yılında üçüncü uçaklarını yaptılar. Öncekilerden daha başarılı olan bu uçakla, saatte yaklaşık 61 km'lik bir hızla 38 km'lik bir uçuş yapıldı. Söz konusu uçuşu izleyen iki buçuk yıl, Wright kardeşler, A.B.D. ve İngiliz hükümet yetkilileriyle yaptıkları gizli görüşmeler ve sırlarının başkaları tarafından çalınacağı konusu nedeniyle çalışmalarını durdurdular. 1908 yılında Wilbur Wright,iş alanı aramak için Avrupa'ya gitti; Orville Wright'sa, askeri uçuş deneyleri hazırlıkları için A.B.D'nde kaldı.



1908'de yapılmış olan bu resimde (altta solda), Wilbur Wright'ın Avrupa'daki ilk uçuşu görülmektedir. 1909'da Fransa'da düzenlenen ilk havacılık fuarının posteri. (altta sağda)



Bu arada, Avrupa'da da, planör uçuşu öncülerinden Chanute'un çabalarıyla yeni çalışmalara başlanmıştı. Fransa'da uçuş çalışmaları sonradan ünlü bir ad olan Esnault-Pelterie'nin öncülüğünde yapılmaktaydı; ama Wright planörü örnek alınarak yapılan ilk modeller başarısız olmuştu. İngiltere'de S.F. Cody, insan kaldıran uçurtmalarla çalışmalara başlamış ve pek etkili olamayan bir planör yapmıştı. Bundan kısa bir süre önce de, Fransa'da, Léon Levavasseur, kanadı kuş kanadına benzeyen bir uçak yaptı.

İlk uçak fabrikası 1905 yılında Billancourt'da (Fransa) Voisin kardeşler tarafından kuruldu. Voisin kardeşler, kendi planörlerini yapmanın yanı sıra, başkalarından da sipariş alıyorlardı. Ama Avrupa'da hâlâ denge üstünde durulmaktaydı. Bir süre sonra, Brezilyalı havacılık öncülerinden Santos-Dumont, hava gemileriyle (balonlar) çalışmalarını bir yana bırakıp, tek ve çift yüzeyli uçaklarla ilgilenmeye başladı. Dumont'un 1906 yılında kuyruk takımı önde olan ve motorun itme verdiği bir çift yüzeyli uçakla uçmasından sonra, 1909 yılında İngiltere'de A.V. Roe, çekişli bir çift yüzeyli, J.W. Dunne da, dünyanın ilk geriye eğik kanatlı uçaklarını yaptılar. Ne var ki, bunlarda da denge ön plana alınmıştı. Bir yıl kadar sonra F.W. Lanchester, Newton ve Bernoulli'nin hidrodinamikte yaptıklarını, aerodinamikte gerçekleştirdi ve kanat yüzeyleri üstündeki hava akımı kuramını ortaya koydu.

Wright kardeşler, 1909 yılına kadar çeşitli gösteri uçuşları yaparak, havacılık çalışmalarını hızlandırmışlardı. A.B.D'nde Gleen Curtiss adlı bir havacı, hem gövdesini, hem de motorunu kendisi yaptığı, kanat ucuna takılan yanal denetim sağlayan kanatçıklı «June Bug» adlı uçağı geliştirdi. Avrupa'daki uçak yapımcıları, Henri Farman dışında, kanat uçlarının eğilmesiyle ya da kanatçık takılmasıyla denetim konusunda Wright kardeşlerin izinden gittiler. Çeşitli tiplerde yeni uçaklar yapıldı. 1909 Reims havacılık sergisinde 30'u aşkın uçak sergilendi. Yapılan yarışmalarda, Curtiss'in «June Bug» tipine benzeyen bir uçak, saatte 77 km'yle hız yarışmasını, bir Antoinette, 155 m yükseklikle, yükseklik yarışmasını ve bir Farman tipi de, 180 km'yle mesafe yarışmasını kazandılar. Aynı yıl, Blériot, küçük motorlu ve tek yüzeyli uçağıyla Manş denizini geçip İngiltere kıyılarına inerek, uçakların yalnızca tehlikeli oyuncaklar olmadıklarını kanıtladı.

Wright uçak tiplerinin yaygınlıklarını korumalarına karşılık, 1910 yıllarında Wright'ların bu alandaki etkileri azaldı ve çeşitli ülkelerde bağımsız modeller ortaya çıkmaya başladı. En yüksek performanslı uçakların çift yüzeyliler olmasına karşılık, tek yüzeyli uçaklar üstündeki çalışmalar da sürdürüldü. 1910 yılında Junkers Almanya'da, tellerle tutturulmak yerine, gövdeye takılmış, konsol kanat tipinin patentini aldı. Bundan bir yıl sonra, gene bir Alman uçağında, yeni bir gelişme denendi ve iniş takımlarının uçuş sırasında gövde altına alınabilmesini sağlayan bir mekanizma yapıldı. Aynı günlerde, İngiltere'de, Farnborough'daki Kraliyet uçak fabrikasında *oleo* tipi (yağlı bir amortisör içeren teleskopik geçmeli iniş dikmesi) bir iniş takımı tasarımı yapıldı. Bütün bu gelişmeler, uçak

yapımında, ağaç ve tel yerine metallerin kullanımına doğru bir geçişi gösteriyordu. Uçak yapım alanındaki öteki gelişmeler de, çekiş gücü veren motorların, kanatların, kuyruk takımının ve iniş takımlarının takılabileceği silindir biçimli gövdelerin ortaya çıkışı oldu. Böylece, pilot, yolcular ve motor da hava akımından daha iyi bir biçimde korunabilmekteydi.

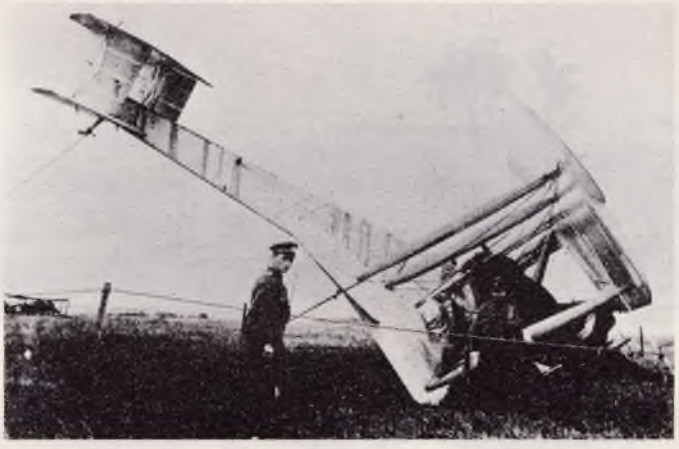
Uçakların askeri amaçlarla kullanılabilecekleri de ortaya çıkmıştı. Başlangıçta, askeri uçakların yalnızca keşif görevlerinde yararlı olabileceği düşünüldü. Ama, yolcu taşıyan uçakların başka yükler de taşıyabilecekleri açıktı. Öte yandan, uçakların akrobatik hareketleri havada kolayca yapabilecekleri, Birinci Dünya savaşından çok önce gösterilmişti. Söz konusu savaş sırasında, Almanya, Fransa ve İngiltere'de yapılan uçak modellerinde büyük gelişmeler görüldü ve küçük motorlu, kutu-uçurtma kanatlı uçaklar tarihe karıştı. Fokker firması, Almanya'da Morane Parasol'un üstten kanat, Jünkers'in de konsol kanat düşüncelerini bir araya getirip, bir dizi tek yüzeyli uçak yaptı. İngiltere çift yüzeyli uçaklardan vazgeçmedi ve 1917'den sonra, çok etkili çift yüzeyli avcı ve bombardıman uçakları yaptı. Bu sırada Almanlar, daha önce A.B.D'nde benimsenmiş olan, güçlendirilmiş kanat kaplamalarını konsol kanatlara uygulamaya başladılar. İngiltere en sonunda tek yüzeyli uçaklara geçti; ama gövde yapımında kendi buluşu olan jeodezik yapımı kullandı. Bu, alüminyum şeritlerden oluşturulmuş bir tür sepet örgüsüydü ve gerilimleri önce kaplamaya aktarıyor, sonra da yüzeyin her noktasına dağıtıyordu. Savaş hasarlarına karşı çok dayanıklı olduğu kanıtlanan bu yapı, çok ağır oluyor ve metal kaplama yerine kumaş kaplama gerektiriyordu. Güçlendirilmiş kaplama tekniğinin çok daha iyi sonuç verdiği ortaya çıkınca, bu yapı da kullanılmaz oldu.

1920 yıllarındaki gelişmeler: 1920 yıllarının ortalarında yapılan uçaklar, Birinci Dünya savaşı sonundakilerden pek farklı değildi. Bu yıllarda yapılan uçaklar su soğutmalı motorlarla donatılıyor ve tek ya da çift yüzeyleri dıştan tel ya da çubuklarla destekleniyordu. 1919 yılında A.B.D'nde Raymond Orteig Paris'ten New York'a, hiç bir yere inmeden uçacak ilk pilota 60 000 dolarlık bir ödül vereceğini açıkladı. Bu ödülü 1927'de A.B.D'nden posta pilotu olan Charles Lindbergh kazandı. Lindbergh'in «Spirit of St Louis» adlı Ryan tipi tek yüzeyli uçağı, 3 600 millik uzaklığı, hiç bir yere inmeden 33 saat 39 dakikada uçtu. O tarihten sonra, hava soğutmalı motorlar hızla yaygınlaştı.

1920 yıllarının sonlarında, havacılığın hem sivil, hem de askeri dallarında çalışmalar arttı. Yarışmalarda gerçekleştirilen hız ve havada kalış rekorları, uçak dizaynında bazı değişikliklerin yapılmasını zorunlu kılıyor, ama bunlar sistemli bir çalışmanın ürünü olmuyordu. Yeni ve daha güvenilir uçak motorlarının geliştirilmesi, uçakların öteki özelliklerinin de değiştirilmesine neden oluyordu.

Söz konusu yıllarda, HELİKOPTER gibi öteki hava araçları alanında da önemli çalışmalar görüldü. Bu çalışmalara, A.B.D'nde, S.S.C.B. kökenli Sikorski, Al-

1909'da Bleriot'nun Manş'ı geçişi, kalkış ve iniş noktaları belirli ilk uçuştu. (sağda) Uçulan mesafenin yalnızca 37 km olmasına karşılık, uçuş güçlükle tamamlanmıştı. Alcock ve Brown'ın 1919'daki tarihi uçuşundan sonra, Vickers Vimy uçağının durumu. (altta) Batı İrlanda'da indikleri yer, engebeli bir arazi olduğundan, iniş, uçuş kadar başarılı olamamıştı.



Almanların Birinci Dünya savaşında kullandıkları en iyi uçak olan Fokker DRI, üç yüzeyli uçağı. (sağda) Resimde görülen uçak, günümüze kalan birkaç örnekten biridir. 1931'de Scheider yarışmasını kazanan Supermarine S.6B deniz uçağı. (altta) Bu uçak daha sonra saatte 655 km'yle dünya hız rekorunu kırdı.

Dünyanın ilk jet yolcu uçağı De Havilland Comet. (üstte) 1950'de çekilen bu resimde, basınçla kırılıp birçok kazaya neden olan kare pencereler görülmektedir.
Roket motorlu deneme uçağı X-15. (altta) Uçak, bir B-52 bombardıman uçağının kanadı altına takılıdır ve bir Super Sabre refakat uçağı tarafından izlenmektedir.

Başlangıçta bombardıman uçağı olarak tasarımlanmış bir XB-70 süpersonik uçağı. (üstte) Sonradan füzelerin ortaya çıkmasıyla bunlar, yüksek hız araştırmaları yapan «uçan laboratuvarlar»a dönüştürüldü.

manya'daysa Focke ve Achgelis öncülük ettiler. Aynı günlerde İspanyol Juan de la Cierva da, motorsuz rotoru bir pervanenin rüzgarıyla çalışan OTOJİR'i yapmıştı.

Loening, amfibik (denize de iniş-kalkış yapabilen) uçaklarda kullanmak için, içeri alınabilen iniş takımları geliştirdi. Sikorski de, aynı çalışmayı yaptı; ama bu tür iniş takımları küçük uçaklar için çok pahalı ve ağır olmaktaydı. Bu konudaki çalışmalar sürdürüldü ve 1930 yıllarının başlarında uçakların çoğuna, daha etkili bir hava performansı sağlama amacıyla, yukarı doğru katlanan iniş takımları monte edildi.

1930 yıllarındaki gelişmeler: İçeri alınabilen iniş takımlarının öneminin kabul edilmesinin yanı sıra, rüzgar tünellerinde yapılan deneylerle kanat ve öteki yüzeyler için yeni kesitler ortaya çıktı. Bu yenilikler arasında bir perdövitese (havada kalabilmek için gerekli en düşük hız) yaklaşıldığını uyaran ve kanadın hücum kenarına takılarak hava basıncıyla çalışan, Handley Page otomatik *slot*u da vardı. Bu sistem aynı zamanda, slottan geçen hava akımını çoğaltıp perdövitesi geciktiriyordu. Kanadın arka kenarınaysa, kanat yüzeyini ve eğimini artırarak, düşük hızlarda kaldırma gücünü çoğaltan hareketli flaplar takıldı.

Bir süre sonra, yeni yapım malzemeleri denendi. 1940 yıllarına kadar, ağaç, bez ve telden oluşan malzemeler, bütünüyle ortadan kalktı. 1930 yıllarının başlarında büyük uçakların çoğu çift motorlu hale geldi; ama dört motorlu uçaklar ancak 1930 yıllarının sonlarında gerçekleştirildi. 1933 yılında yapılan Boeing 247 ve 1934'te yapımına başlanan Douglas DC serisi uçaklar, hava taşımacılığında devrim yarattılar. Bu uçaklar, büyük olmalarına karşılık gürültüsüzdü ve aşağı yukarı her tür hava koşulunda tehlikesiz uçuş yapmayı sağlayacak navigasyon aygıtları ve iniş donanımlarıyla donatılmışlardı. Denizaşırı uçuşlar için, Fransa'da, Latécoère tarafından büyük deniz uçakları yapıldı. Daha sonra da, Sikorski'nin S-42 uçan teknesine ve Glenn Martin ile Boeing tarafından kliper tipi uçakların yapımına geçildi.

Bu yılların uçak yapımcıları, jet motorlarıyla da deneylere başladılar. İlk jet uçuşu, 1939 yılının Ağustos ayında, Alman Heinkel He 178 uçağıyla gerçekleştirdi.

1940'tan sonraki gelişmeler: İkinci Dünya savaşı, uçak dizaynlarındaki gelişmeleri hızlandırdı. Bu yıllarda uçakların hâlâ pistonlu motorlarla donatılmış olmalarına karşılık, jet ve roket motorları üstünde de çalışmalar sürdürülmekteydi. İlk jet uçağının uçuşundan yaklaşık iki yıl sonra, yani 1941 Mayıs'ında, bir Whittle jet motoruyla donatılmış İngiliz Gloster uçağı bir deney uçuşu yaptı. Bunu, A.B.D'nin 1942 Ekim ayında yaptığı çift jet motorlu Bell XP 59A uçağı izledi. İkinci Dünya savaşı sırasında Alman Busemann ve Betz ile İngiliz R.T. Jones, süpersonik uçak dizaynları üzerinde çalıştılar. Ama ilk süpersonik uçuş, 1947 yılında, Bell X-I uçağıyla A.B.D'nde başarıldı. İkinci Dünya savaşının sonlarına kadar yaklaşık 1 300 tane, çift jet motorlu Messerschmitt Me 262 avcı uçağı yapıldı. İngilizler de aynı yıllarda Gloster F-9-40 Meteor'u yapmaktaydılar.

1949 yılında De Havilland Comet'in öncüsü olduğu yüksek hızlı, jet motorlu yolcu uçaklarının yapımına kadar, hava taşımacılığı pervaneli uçaklarla sürdürüldü. Jet gücüyle pervane döndüren türboprop motoru, jet motorundan daha sonra geliştirildi. Bu tür

motor kullanan ilk yolcu uçağı, Comet'ten bir yıl önce yapılan (1948'de) İngiliz uçağı Vickers Viscount'tu.

Daha sonraki yıllarda, çeşitli füzelerin ortaya çıkmasıyla, askeri uçakların öneminde az da olsa bir azalma görüldü. Buna karşılık, sivil hava taşımacılığının önemi her geçen gün arttı. Bu durum, Boeing 747, Lockheed TriStar, McDonnell-Douglas DC-10 ve Airbus Industrie A-300B gibi geniş gövdeli dev jet yolcu uçaklarının yapımıyla kendini gösterdi. Dev yolcu uçaklarının yolcu taşıma kapasiteleri 340 - 500 arasında değişmektedir ve gelecekte 1 000 koltuklu uçakların yapımı planlanmaktadır.

Dünyanın ilk tarifeli süpersonik jet yolcu servisi, 21 Ocak 1976 tarihinde, BAC/Aérospatiale ortak yapımı olan Concorde uçağıyla başladı. İngiliz ve Fransız havayolları tarafından işletilen Concorde uçakları, Londra, Bahreyn, Paris, Rio de Janeiro arasında seferlere başladılar.

Uçağın yapısı: Zaman zaman değişik biçimlerin denenmesine ve süpersonik uçuşun ortaya çıkmasıyla garip modellerin görülmesine karşılık, uçakların temel biçimi, XX. yüzyılın başından bu yana pek değişmemiştir. Uçak, kanatlar takılan ve mürettebat, yolcu ya da kargo taşıyan puro biçimli bir gövde ile bunun arka ucunda, dikey ve yatay kuyruklar bulunan bir kuyruk takımından oluşur.

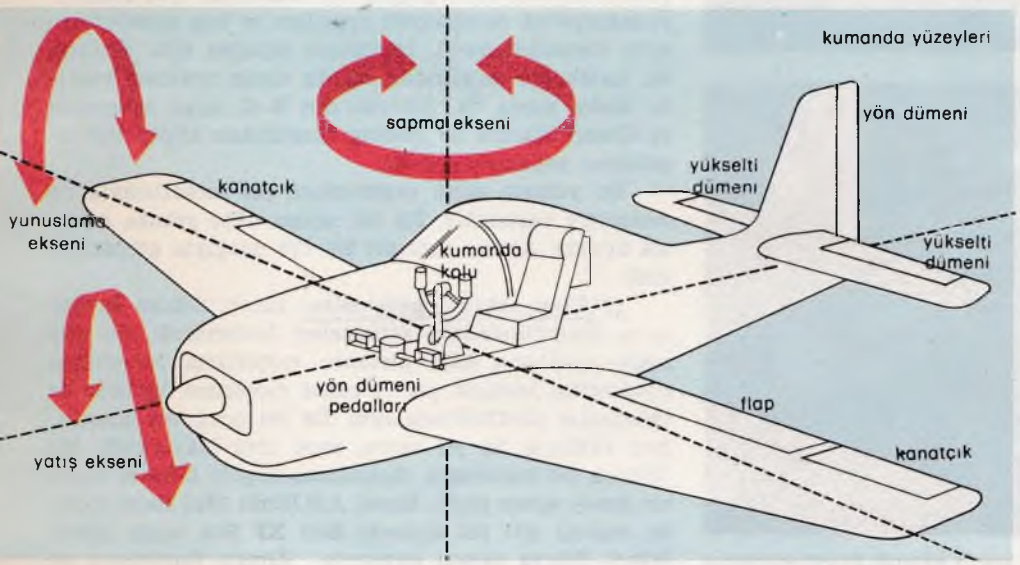
Uçakta, gövde, kanat ve kuyruk takımı dışında çeşitli yerlere, hattâ kanat uçlarına bile takılabilen motorlar bulunur.

Bu yapıda kaldırma kuvveti, genellikle yalnızca kanatlarla sağlandığından, kanattaki kaldırma kuvvetleri bileşkesinin etki noktası, normal olarak uçağın ağırlık merkeziyle aynı yerde bulunur.

Kanatlar genellikle, düz, yatay bir çizgi halinde değil, merkezden kanat uçlarına doğru hafifçe yukarıya eğimli olur. Bu yapı, bir dihedral açı ortaya çıkarır. Normal uçuşta kanat ekseninin yatay durumda kalmasını da bu eğim sağlar. Dihedral, uçağın yatışı sırasında aşağıda kalan kanatta daha büyük bir kaldırma kuvveti oluşturarak, kanatları yatay duruma getirir.

Kanat tarafından oluşturulan kaldırma kuvveti, uçağın hızıyla orantılıdır. Uçağın hızı arttıkça, kaldırma kuvveti de artar. Bu yüzden, havalanan uçakların yerden kesilmeleri için, belirli bir hıza ulaşmaları gerekir.

Ancak, hızın artmasıyla rüzgar direnci de artacağından, jetlere ve öteki yüksek hızlı uçaklara direnci azaltacak ince kanatlar takılır. Uçak, «perdövites hızı» diye tanımlanan belirli bir hızın altına inerse, havada kalmasını sağlayan kaldırma kuvveti yetersiz kalacağından, düşer. İnce kanatlarda perdövites hızı, kalın kanatlardakinden daha yüksektir. Bu nedenle jet uçakları, daha yüksek kalkış ve iniş hızları gerektirir-



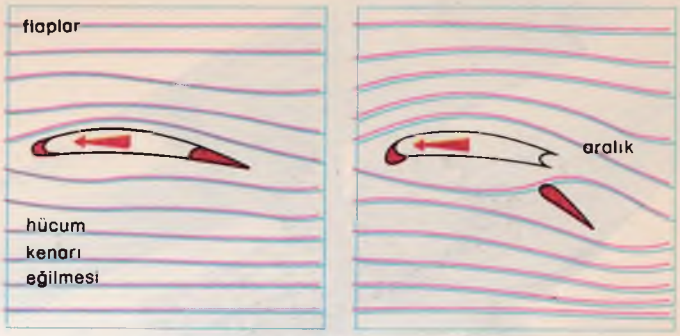
Uçaklarda, uçağı üç eksen çevresinde hareket ettiren üç kumanda yüzeyi vardır. (solda) Kumanda kolunun sağa-sola çekilmesiyle hareket eden kanatçıklar, uçağın yatışını sağlarlar. Kumanda kolunun öne-arkaya doğru çekilmesiyle çalışan yükselti dümeni, uçak burnunun aşağı-yukarı hareketini sağlar ve tırmanış ya da süzülüş oluşturur. Pedallarla çalıştırılan yön dümeniyse, uçağın sapmasını, yani yön değiştirmesini sağlar. İçe doğru yatış, uçağa denge verir.

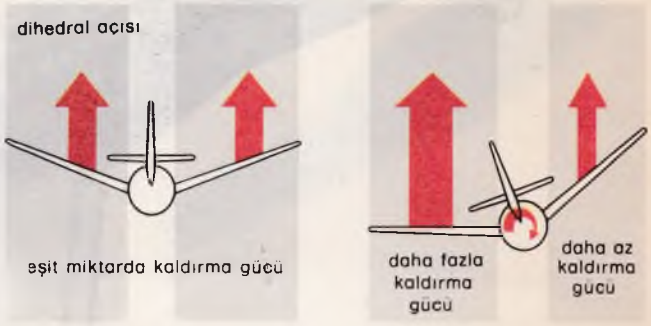
ler. Söz konusu etmenler değiştirilemezse, uçağın denetimi güçleşir. Bu yüzden jet uçakları, çok yüksek olan perdövites hızları nedeniyle çok uzun pistler gerektirecek ya da kalın kanatlar takılarak hızları düşürülecekti.

Bu yüzden, kanat biçimini değiştirerek, pilotun kaldırma gücünü değiştirebilmesini sağlayan flaplar geliştirilmiştir. Kanadın kenarına ve bazen hücum kenarına takılan hareketli küçük flaplar düşük hızlarda aşağı doğru belirli bir açıda eğimlendirilip, kanat profilini değiştirmekte ve kaldırma gücünü artırmaktadırlar. Flap bağlantısı, kanat ile flap arasında bir aralık (slot) açacak biçimde ayarlanmıştır. Bu aralıktan geçen hava akımı, türbülansı azaltır. Tam olarak açılmış flaplar, rüzgar direncini büyük ölçüde artırıp uçağın hızını düşürürler. Bu etki, bazı uçaklarda kanatların üstüne takılan «hava freni» diye tanımlanan flapların da açılmasıyla artırılır.

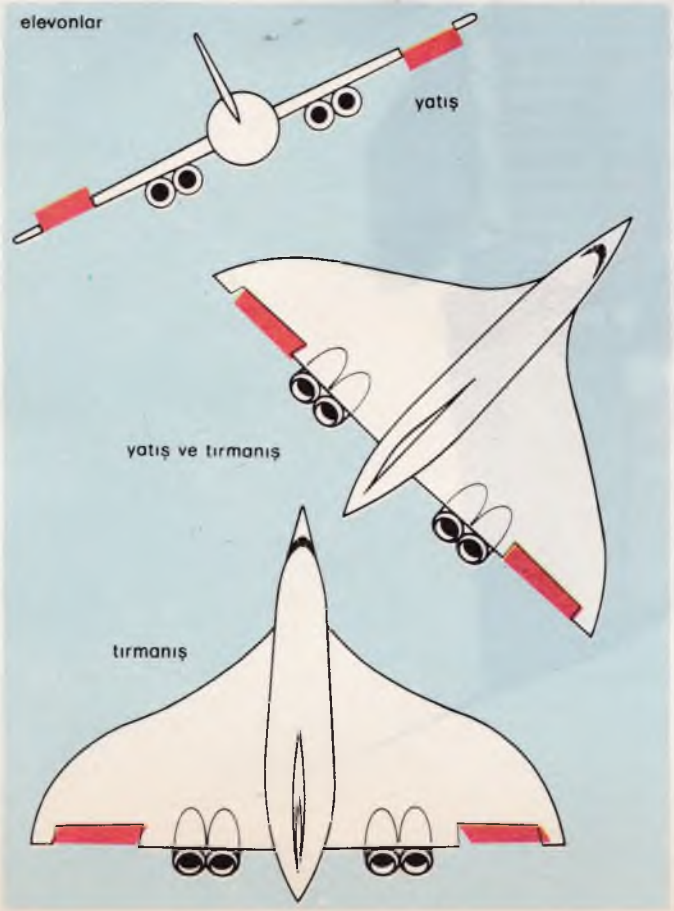
Kumanda: Havalanan uçağın, burun aşağı, yukarı (yunuslama), iki yana dönebilmesi ve sağa-sola yatabilmesi gerekir.

Burnun aşağı-yukarı hareketi, yatay kuyruğun arka kenarına bağlanmış yükselti dümeniyle yapılır. Yükselti dümeninin yukarı doğru hareketi, yatay kuyruğu ters aerofoil haline getirip, burada aşağı doğru bir basınç oluşmasını sağlar ve uçağın burnunu yukarı kaldırarak, tırmanış konumuna geçirir. Yükselti dü-

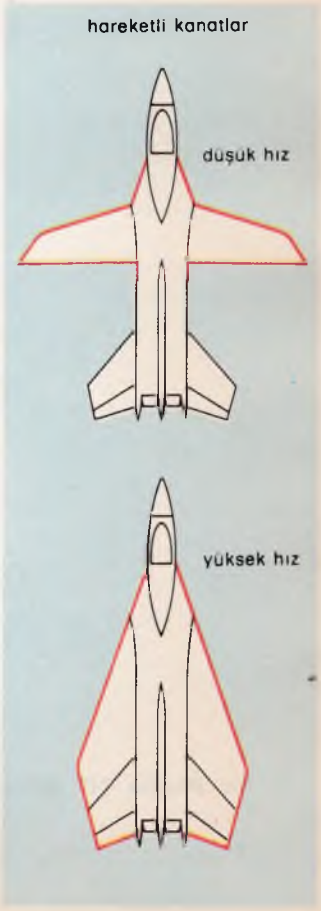




Flaplar, kanalın firar kenarına takılır. (üstte) Bunların çalışmaları bazen hücum kenarı sarkmalarıyla desteklenir. Flapların açılması etkili alanla, kanadın eğimini artırır ve bu da, düşük hızlarda daha fazla kaldırma gücü oluşturur. Kanat ile flap arasındaki aralıktan geçen hava akımı, eğim nedeniyle oluşan türbülansı yumuşatır. Kanatların belirli bir açıyla takılmaları anlamına gelen dihedral, yatan uçağı düzeltir.

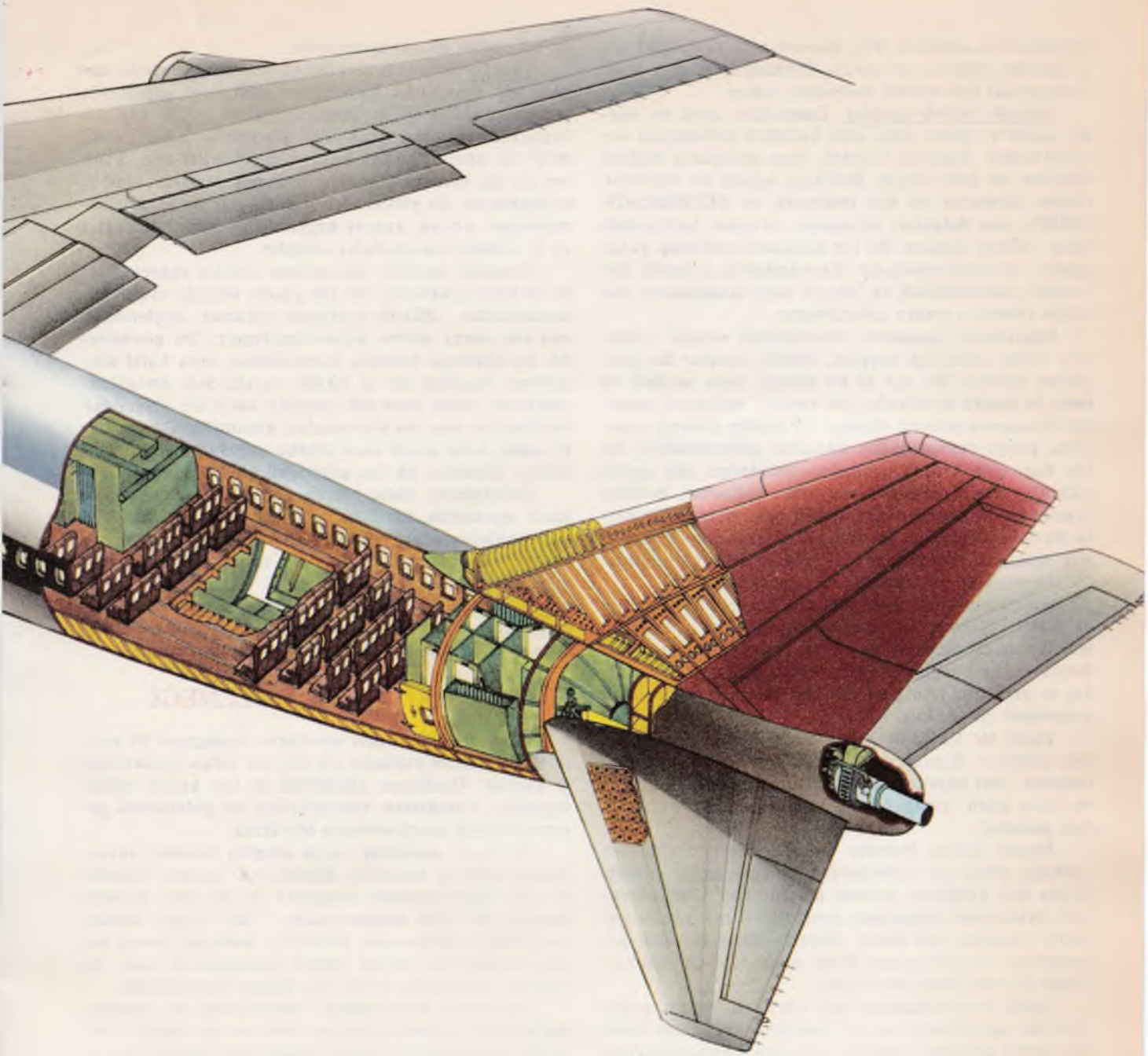


Delta kanatlı uçakta, yatay kuyruk ve bu nedenle de ayrı yükselti dümeni ve kanatçıklar bulunmaz. (solda) Uçakta bulunan elevonlar, iki görevi de yaparlar. Uçağın yatışı için, elevonlardan biri aşağı indirilir, öteki kaldırılır. Tırmanış için, iki elevon da yukarı kalkar. Dönüşlü tırmanışta, bir elevon kaldırılır, öteki yatay durumda kalır. Bu harekette yön dümeni de kullanılmaktadır.



Birçok modern süpersonik uçakta, hareketli kanatlar vardır. (sağda) En fazla kaldırma gücüne gereksinme duyulan kalkış ve iniş sırasındaki düşük hızlarda, kanatlar yana doğru açılmıştır. Düz kanatların, aşırı kaldırma gücü ve şok dalgası oluşturacakları yüksek hızlardaysa, kanatlar geriye, kuyruğa doğru yatırılır, uçağa delta profili verilir.

Bir Boeing 747 yolcu uçağının maketi



meninin aşağı doğru hareketiyse, bunun tersi bir etki yapmaktadır.

Yanal hareket, dikey kuyrukta bulunan yön dümeniyle denetlenir. Yalnızca yön dümeni kullanılırsa, uçak yanal hareket (kayış) yapar; ama bu tür sapmalar ya da dönüşler, hem hatalıdır, hem de denetimleri güçtür. Ayrıca, yatay merkezkaç kuvvetler, ekip ve yolcuları dönüşün dışına doğru fırlatır. Pilot düzeltme yapmadıkça uçak, kendiliğinden düz konuma dönmez.

Kanat uçlarındaki kanatçıkların hareketiyle, yön dümeninin uçağı döndürmesi sırasında uçak hafifçe yana (dönüş içine) yatırılarak, tıpkı bisiklet gibi, dönüşün merkezine doğru kaydırılır. Böylece, çok daha rahat ve dengeli bir dönüş sağlanır.

İlk uçaklarda, kanatçıklar, yön ve yükselti dümeni gibi kumanda yüzeyleri, yalnızca pilotun kumanda kablolarına verdiği güçle hareket ettiriliyordu. Ama günümüzün yüksek hızlı uçaklarında, kumanda yüzeylerinin insan gücüyle hareket ettirilmesi olanaksızdır. Bu yüzden, pilotun kumanda ettiği SERVOMEKANİZMA'lar yardımıyla, hidrolik pistonlarla hareket ettirilirler. Sistem, büyük otomobillerdeki HAVALI DİREKSİYON'a benzer.

Pilot, yükselti dümenini hareket ettirmek için, kumanda kolunu öne ya da arkaya doğru yatırır. Kanatçıkların hareketiyse, kumanda kolunun sağa, sola yatırılmasıyla ya da kumanda simidinin (yolcu uçaklarında) bir otomobil direksiyonu gibi sağa-sola dön-

dürülmesiyle sağlanır. Yön dümeni pedalları, ayaklarla hareket ettirilir ve yatışlı dönüşlerde ellerin öteki kumandalar için serbest kalmasını sağlar.

Değişik biçimli uçaklar: Geleneksel uçak en yaygın tiptir ve daha uzun süre varlığını koruyacağı sanılmaktadır. Bununla birlikte, bazı amaçlarla değişik biçimler de üretilmiştir. Bunların içinde en önemlisi, rüzgar direncini en aza indirecek ve SÜPERSONİK UÇUŞ'ta şok dalgaları sorununu ortadan kaldıracak, delta kanatlı uçaktır. Bu tür uçakların çoğunda yatay kuyruk bulunmamaktadır. Kanatçıklarla yükselti dümenleri birleştirilmiş ve *"elevon"* diye tanımlanan denetim yüzeyleri ortaya çıkarılmıştır.

Süpersonik uçakların biçimlerinin sesaltı tiplerden farklı olmasına karşılık, sesaltı uçuşlar da yapmaları gerekir. Ne var ki bu durum, hem sesüstü ve hem de sesaltı uçuşlarda, söz konusu uçakların yetersiz olmalarına yolaçar. Soruna bir çözüm getirme amacıyla, geriye doğru çekilen kanatlar geliştirilmiştir. Bu tür kanatlar, sesaltı uçuşlarda, gövdeden dik açıyla çıkarak, yeterli kaldırma kuvveti sağlarlar. Sesüstü uçuşlarda da kanadın geri doğru çekilmesiyle bir delta biçimi oluşturulur. Bu tür kanatlarda bağlantı, büyük mekanik sorunlar ortaya çıkarır, ama günümüzde bu tip uçaklar yapılmakta ve uçurulmaktadır.

Belirli bir amaç için yapılmış başka bir uçak tipi de VTOL (dikine kalkış-iniş yapan uçak) uçağıdır. Helikopter de, üstünde dönen bir rotor yardımıyla kaldırma kuvveti sağlar. Ancak, VTOL uçağı, yerden kalkış ve yere iniş için bazı ek sistemlerden yararlanan geleneksel bir uçaktır.

Yalın bir VTOL'de aşağı doğru dönük jet motorları bulunur. Bunlar yalnızca kaldırma kuvveti oluştururlar, ileri harekete katkıda bulunmazlar. İleri doğru çekiş gücü, yatay olarak monte edilmiş motorlardan sağlanır.

İngiliz yapımı Hawker Siddeley Harrier gibi bazı uçaklar, yatay jet motorlarını aşağıya doğru çevirip, kalkış için kaldırma kuvveti oluştururlar. Bazı pervaneli türlerdeyse, üstlerinde geniş palalı pervaneler bulunan kanatlar, bir eksen üstünde dikey duruma getirilmekte ve pervaneler birer rotor gibi çalışıp kaldırma kuvveti oluşturmaktadır.

Uçağı havalandırmak için büyük miktarda enerji tüketimi gerektiren bu tip uçakların kullanım alanı pek geniş değildir. Bunlar, yalnızca havaalanlarının bulunmadığı bölgelerde ya da havaalanları çevresinde gürültünün yayıldığı alanı sınırlama amacıyla kullanılırlar. Bununla birlikte, VTOL uçakları, herhangi bir yerden kalkış-iniş yapabilme özellikleri nedeniyle, silahlı kuvvetler tarafından yararlı bulunmaktadır.

Benzer bir tip olan STOL (kısa kalkış-inişli uçak) uçağı da daha düşük bir maliyetle, aynı özellikleri belirli bir ölçüde sağlar. Bugüne kadar yapılmış olan STOL uçakları, düşük hızlarda yüksek kaldırma gücü sağlayabilen özel kumanda yüzeyleri ve geniş flaplarıyla, genellikle küçük uçaklardır. Uluslararası yolcu taşımacılığında kullanılacak olan daha büyük STOL uçaklarının yapılması da öngörülmektedir. Bu tipler de, havaalanlarındaki gürültü sorununa, kısmen de olsa, bir çözüm getirebileceklerdir.

Yapım: En yalın planörden, en modern delta kanatlı jet uçaklarına kadar, tüm uçakların yapımında temel amaç, ağırlığın düşürülmesidir. XX. yüzyılın başlarında yapılan uçakların gövdeleri, ağaç ya da çelik bir iskelet üstüne kumanda yüzeyleri için, kalın bez ya da benzeri maddelerin kaplanmasıyla oluşturulmaktaydı. Bu yöntemden günümüzde de yararlanılmaktadır. Ancak, kumaş kaplamanın yerini fiberglas ya da alüminyum plakalar almıştır.

Dinamik güçlerin söz konusu olduğu yüksek güçlü ve hızlı uçaklarda, bu tür yapım tekniği uygun olmamaktadır. Büyük uçakların çoğunda, güçlendirilmiş tek parça gövde kullanılmaktadır. Bu gövdelerde, dış kaplama basınca dayanmakta, ama hafif alaşımdan yapılmış bir iç iskelet tarafından desteklenmektedir. Daha önce tek tabakalı hafif bir alaşımdan yapılmakta olan dış kaplamalar, günümüzde, daha hafif, ama daha güçlü olan petekli yapıdadır ve iki ince tabaka arasında ağ tipi gözenekli bir kat yeralır.

Gerilimlerin daha büyük önem kazandığı süpersonik uçaklarda, kanatlar ve öteki parçalar, dış ve iç kaplamaların güçlü alaşım kütlelerinin içi oyularak yapılır. Bu tür yapı, zorlamalara ve ısıya dayanıklı olmasına karşılık, çok pahalıdır. Concorde uçağının maliyetinin yüksek olmasının nedeni de budur. Bu yüzden, bu tür yapı yönteminin gelecekte, yalnızca askeri uçaklarda kullanılacağı sanılmaktadır.

UÇAK DURDURMA DÜZENEĞİ

Uçak gemisine inen uçakların, hızlarının 60 metre içinde saatte yaklaşık 240 km'den sıfıra düşürülmesi gerekir. Uçakların ağırlıkları 25 ton kadar olabildiğinden, hareketten kaynaklanan ve giderilmesi gereken kinetik enerji oldukça büyüktür.

Bu işlem sırasında, uçak düzgün biçimde yavaşlamalı, pilotun boynunu kırabilecek, uçağın yapısında aşırı yüklenmelere yolaçacak ya da pisti bozacak apansız darbeler oluşmamalıdır. En uygun durum, yavaşlatıcı etkinin çok küçükten başlayıp, yavaş yavaş artarak, en yüksek değere ulaşması ve uçak bütünüyle duruncaya kadar bu değeri korumasıdır.

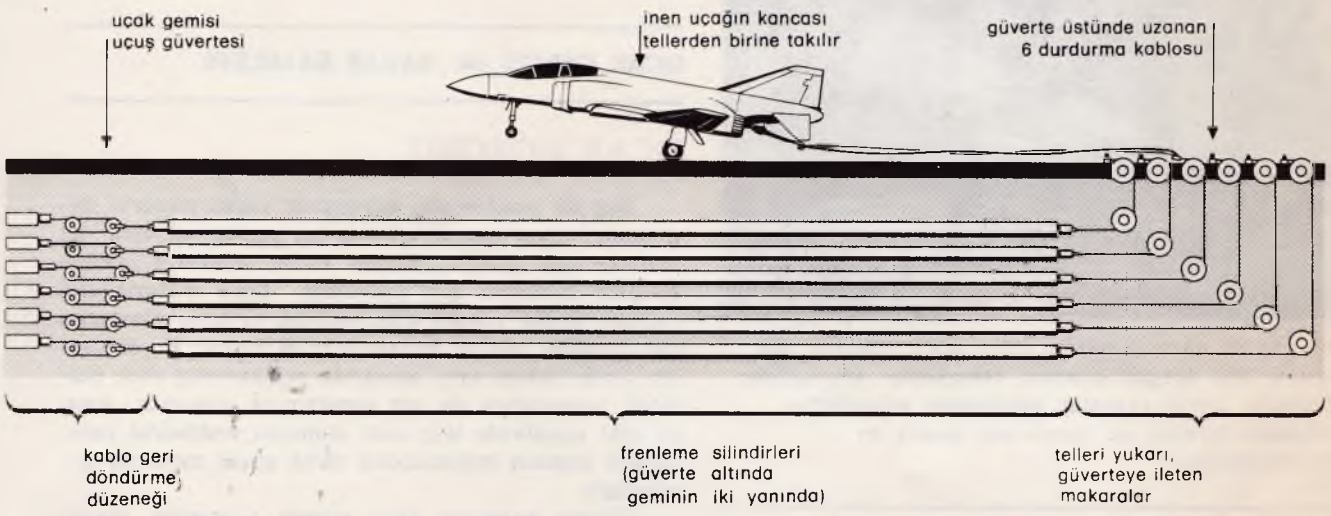
Durdurma düzenekleri tasarımında bu amaçlar göz önünde bulundurulur ve ilke olarak bütün düzenekler aynı biçimde çalışır. Uçağın kuyruğuna, iniş sırasında tekerleklerden daha aşağıda yeralan bir kanca takılır. Uçak güverte düzeyine gelince, kanca, güvertenin birkaç santim üstünde, enine gerilmiş olan çelik tele takılır. Telin uçları, enerji soğuran düzeneklere bağlıdır. Bu düzenekler, son yıllarda uçakların gittikçe artan ağırlığına göre geliştirilmiştir.

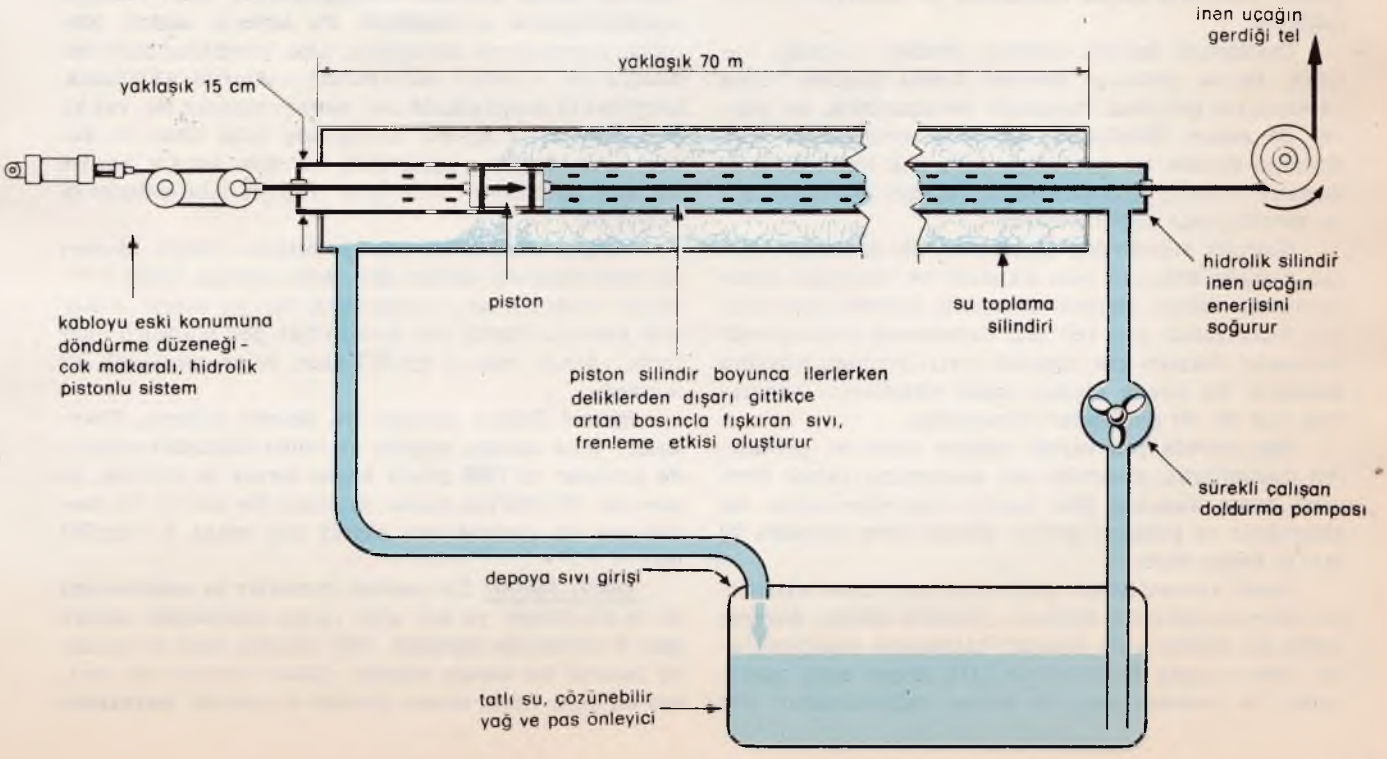
A.B.D. ve İngiliz araçlarında kullanılan sistemler, denetim supabından bir hidrolik sıvı geçiren piston etkisiyle çalışır. Uçak çelik teli ileriye sürüklerken, üstünden telin geçtiği makaralar bu hareketi, hem hareketsiz silindire, hem de güverte altındaki hareketli pistona bağlı makaralara iletir.

Telin 15 metre ilerlemesi, pistona bağlı olan en son makarayı ancak 1 metre hareket ettirir. Böylece

UÇAK DURDURMA DÜZENEĞİ

Bazen uçaklar durdurma kablolarına takılmazlar. Bu durumda uçaklar, tel halatlardan yapılmış bir ağla durdurulur. (solda)
Su püskürtmeli durdurma sistemi çizimi. (altta)
İnen uçak, güverte üstündeki altı kablodan birine takılıp kabloyu sürükler. Kablodaki gerilme, güverte altında yeralan pistona iletilir. Piston, 60 metre uzunluğundaki su dolu silindir boyunca ilerler. Silindirin üstünde delikler bulunur. Deliklerden dışarı fışkıran su, dışarı silindirde toplanıp yeniden içeri pompalanır. Piston, hidrolik bir sistemle eski konumuna döndürülürken yeniden dolar. Pistonun boyuna karşın, işlem, 20 saniye gibi kısa bir sürede gerçekleşir. Sürenin kısalığı uçakların art arda indiği durumlarda çok önemlidir.





Bir İngiliz uçak gemisine inen uçak. (üstte) Sea Venom tipi uçağın kancası, tekerlekler arasındadır. Resimde, lastik takozlar yardımıyla güverteden yüksekte tutulan üç durdurma halatı da görülmektedir.

piston boyutları küçük tutulabilir ve mekanik kazanç sağlanır.

Durdurucu kuvvet, silindir içindeki hidrolik basınca, bu da pistonun hareket hızına bağlıdır. Uçak (dolayısıyle pistonun hareketi) yavaşlayınca, bu kuvvet de azalır. Durdurucu kuvvetin azalmaması için, denetim supabı, tel gerildikçe daha çok frenleme sağlayacak biçimde ayarlanır. Ayar, uçağın ağırlığına göre, gerektiğinde değiştirilebilir.

Hidrolik silindirden çıkan sıvı, bir bölmeye dolarak, burada bulunan gazı sıkıştırır ve enerjinin depolanmasını sağlar. Depolanan enerji, sistemi yeni inişlere hazırlamak için teli eski konumuna döndürmede kullanılır. Sıkışan gaz, hidrolik sıvıyı yeniden silindire gönderir. Bu sırada oluşan enerji yitmelerini karşılamak için de, bir pompadan yararlanılır.

Kısa sürede çok sayıda uçağın inmesini gerektiren durumlarda, sistemin eski konumuna çabuk dönmesi önem kazanır. Her uçağın inişinden sonra tel denetlenir ve yeniden gerilir. Bütün işlem yalnızca 20 saniye kadar sürer.

Deniz kuvvetlerinde kullanılan uçakların ağırlığının artması, güverte boyunun yetersiz olduğu durumlarda, bu sistemin de yetersiz kalmasına yolaçmaktadır. 1968 yılında İngiltere'nin *Ark Royal* uçak gemisinde, bu nedenle yeni bir sistem kullanılmıştır. Söz konusu sistemde, durdurucu telin yanında, hidrolik piston yerine, düşük enerjili bir su püskürtme düzeneğinden yararlanılır.

Eski sistemdeki makaraların tersine, su püskürtme düzeneği doğrudan etkili olur. Teli güverteden aşağı gene bir makara iletir; ama arada mekanik kuvvet düşürücü düzenekler bulunmaz; tel, 70 metre boyundaki su dolu bir silindirin pistonuna doğrudan doğruya bağlanır. Silindirin üstünde yeralan bir dizi delik, durdurucu tel gerildikçe kapanarak, kuvvetin değişmemesini sağlar. Deliklerden dışarı fışkıran su, içtekini çevreleyen bir başka silindirde toplanır. Sistemin başlıca üstünlüğü, ağırlığı 5-25 ton arasında değişen bütün uçakları durduracak biçimde ayarlanabilmesidir.

UÇAK GEMİSİ Bk. SAVAŞ GEMİLERİ

UÇAK MOTORU

Her tür uçağın güç kaynağına «uçak motoru» denilebilir. Ama normal olarak bu terim, yalnızca, jet motorlarının ortaya çıkışına kadar uçaklara takılan pistonlu motorlar için kullanılır. Uçak motorlarının gelişme tarihi, yüksek güç, hafiflik ve uçuş güvencesi konularında yapılan çalışmalardan oluşur. Bu özellikler, aşağı yukarı aynı zamanda geliştirilmiş olan otomobil motorunda da bir gereksinme olmuştur. Ama, en eski uçaklarda bile, eski otomobil endüstrisi tarafından yapılan motorlardan daha güçlü motorlar gerekmiştir.

Wright kardeşler 1903 yılında yaptıkları planör için bir motor ararken, 8 beygirgüçlük hafif motorla uçabileceklerini sanmışlardı. Bu amaçla, birkaç otomobil yapımcısıyla görüştüler, ama istedikleri tipte bir motoru bu alandan sağlayamayacaklarını anlayarak, kendileri 12 beygirgüçlük bir motor yaptılar. Ne var ki, bu motor da, 7 kg/BG ağırlığında oldu. Otuz yıl kadar sonra motor yapımcıları, bir kilo ağırlık başına 2,2 BG verebilecek bir motor yapımı için çalışmaya başladılar.

Wright kardeşlerin ilk motorunda, küçük otomobil motorlarında olduğu gibi, arka arkaya dizili 4 silindir vardı. Onların uçuşundan bir yıl sonra, A.B.D'nde Charles Manly'nin geliştirdiği beş silindirli motorsa, ağırlık oranı 2 kg/BG olan, 50 beygirgüçlük bir motordu.

Birinci Dünya savaşından önceki yıllarda Fransızlar, uçak motoru yapımı alanında önderliği ellerinde tuttular ve 1908 yılına kadar birçok 50 BG'lük, iki tane de 100 BG'lük motor yaptılar. Ne var ki, bu motorların en iyisinde bile, ağırlık-güç oranı, 1,7 kg/BG idi.

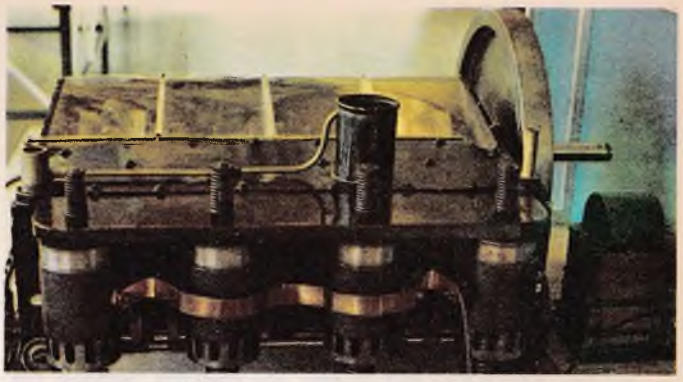
Döner Motor: İlk yapılan motorlar su soğutmalıydı ve silindirler, ya art arda ya da otomobilde olduğu gibi V biçiminde diziliydi. 1907 yılında yeni ve oldukça başarılı bir motor yapıldı. «*Döner motor*» adı verilen bu yeni tipte, motor gövdesi silindirler, hareketsiz

bir krank mili çevresinde dönmekteydi. Pistonlar, merkezden bir tek muyluya bağlıydı ve hareket ederken, silindire girip çıkıyorlardı. PERVANE doğrudan doğruya motor gövdesinin önüne bağlanmıştı ve onunla birlikte dönmekteydi.

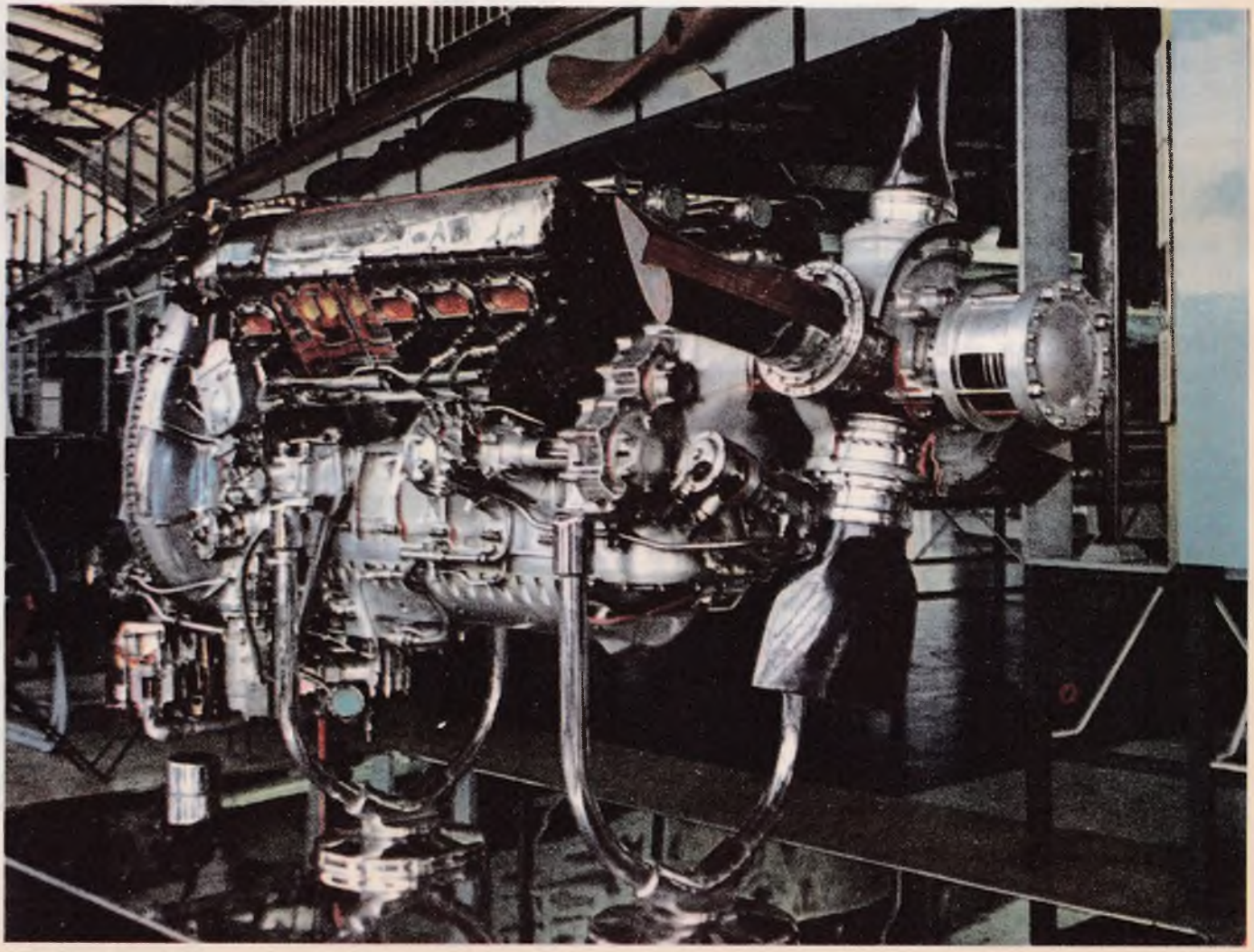
Bu yeni sistem, garip görünmesine karşılık, çok iyi çalışıyordu. Motorda, geleneksel motorda olduğundan daha az parça vardı ve silindirler hızlı hareket ettiklerinden, hava akımından yararlanacak biçimde monte edilmiş kanatçıklar yardımıyla soğutuluyorlardı. Söz konusu özellikler, motorun hafif olmasını sağlıyordu.

Döner motorlarda her zaman tek sayıda silindir vardı ve bu durum, hiç bir zaman, aynı anda, aynı yöne hareket eden iki silindir olmadığından, titreşimi azaltıyordu. 1907 yılında yapılan ilk Gnome motorunda yedi, daha sonraki tiplerdeyse dokuz silindir bulunmaktaydı.

Aynı dönemde yapılmış bir başka tip motor da, İspanyol Hispano-Suiza motoruydu. Zamanına göre oldukça ileri olan bu motorda, sekiz çelik silindir vardı. Bunlar, V biçiminde dizilmiş ve alüminyum bir bloka vidalanmıştı. Savaşın son yıllarında bu motorun 150, 220 ve 300 beygirgüçlük tipleri yapıldı. Öz-



Wright kardeşler, ilk motoru 1903 yılında yapmışlardı. (üstte) Dört silindirli olan bu yalın motor, bir otomobil motoruna benziyordu, ama ağırlığı 81 kg, gücü de yalnızca 12 beygirgücüydü. Bu, çok düşük bir güç-ağırlık oranıydı; çünkü daha önce yapılan Manly-Balzer motoru, beş silindirli bir radyal motor ve 69,5 kg olmasına karşılık 52 beygirgücündeydi. Bugüne kadar yapılmış en başarılı uçak motorlarından biri olan Rolls-Royce Merlin motoru. (altta) İlk dizaynı 1934'te hazırlanan bu motorun yapımı İkinci Dünya savaşı sonuna kadar sürdü ve patentli olarak A.B.D'nde gerçekleştirildi. Resimde görülen motor, 1 250 beygirgücünde Mark 60'tır ve 1943'te yapılmıştır. Geride görülen geniş kubbeli bölüm, iki hızlı ve iki kademeli bir santrifüj süperşarj sistemidir.



gür Mercedes motorundan uyarlanan ve «Rolls-Royce Eagle» diye adlandırılan bir V12 motorunun 1917'de yapılan Mark 8 tipiyle de 36 beygirgücü sağlandı. 1919 yılında Alcock ve Brown, Atlas Okyanusu'nu bu motorla donatılmış bir uçakla geçtiler.

Radyal motor: Hem Rolls-Royce, hem de Hispano motorlarında, sulu SOĞUTMA SİSTEMLERİ vardı. Ama inişlerde oluşan şok ve titreşimler, su soğutma sistemi borularını bozuyordu. Bu nedenle, üçüncü bir tip olan, hava soğutmalı radyal motor yapıldı. Radyal motorda hareketsiz silindirler bir daire biçiminde diziliyor ve pervane rüzgarıyla soğutuluyordu.

1902'de yapılmış olan su soğutmalı Manly-Balzer motoru da bir radyal motor olduğundan, bu, bütünüyle yeni bir düzenek değildi. Ayrıca, 1909 yılında BLERİOT'nun Manş'ı geçen uçağındaki hava soğutmalı Anzani motoru da bir yarı-radyal tipti: bu motordaki üç silindir yelpaze biçiminde dizilmişti. Yeni tip radyal motorlardan ilkiyse, 1918 yılında İngiliz Kraliyet Hava Kuvvetleri'nin Farnborough'daki fabrikasında yapılan, 14 silindirli Jaguar motoruydu.

Soğutma sorunları: Uçak motorları tasarımındaki en kritik noktalardan biri, soğutma konusudur. Uçak motorları, aynı tarihlerde yapılmış olan yaklaşık aynı büyüklükteki otomobil motorlarından daha yüksek güç sağlamış ve bu yüzden, daha yüksek sıcaklıklarda çalışmışlardır.

Soğutma sorunu, hava soğutmalı ve su soğutmalı motor yapımcıları arasında büyük bir rekabet ortaya çıkardı. Yapımcıların amacı, hafiflik ile sağlamlık özelliklerini birleştiren bir model bulmaktı.

Su soğutmalı motor, sağlamlık açısından daha üstündü. İstenen soğutmayı sağlamak için, değişik kapasitelerde radyatör kullanılabilirdi.

Motorun sıcaklığı, soğutma suyunun kaynama noktasıyla tehlikesiz sınırlar içinde tutulabiliyordu. Su tam anlamıyla kaynamadan, sıcaklığın daha fazla yükselebilme olanağı yoktu. Bazı motorlarda, suyun kaynamasına izin verilerek, bu özellikten yararlanılıp *buharlaşmalı* soğutma sistemleri yapıldı. Oluşan buhar, bir kanalla alınıp yeniden su haline getiriliyor ve yeniden motora döndürülüyordu. Sistem, ilk kez 1907 yılında, Fransız Antoinette motorunda kullanıldı.

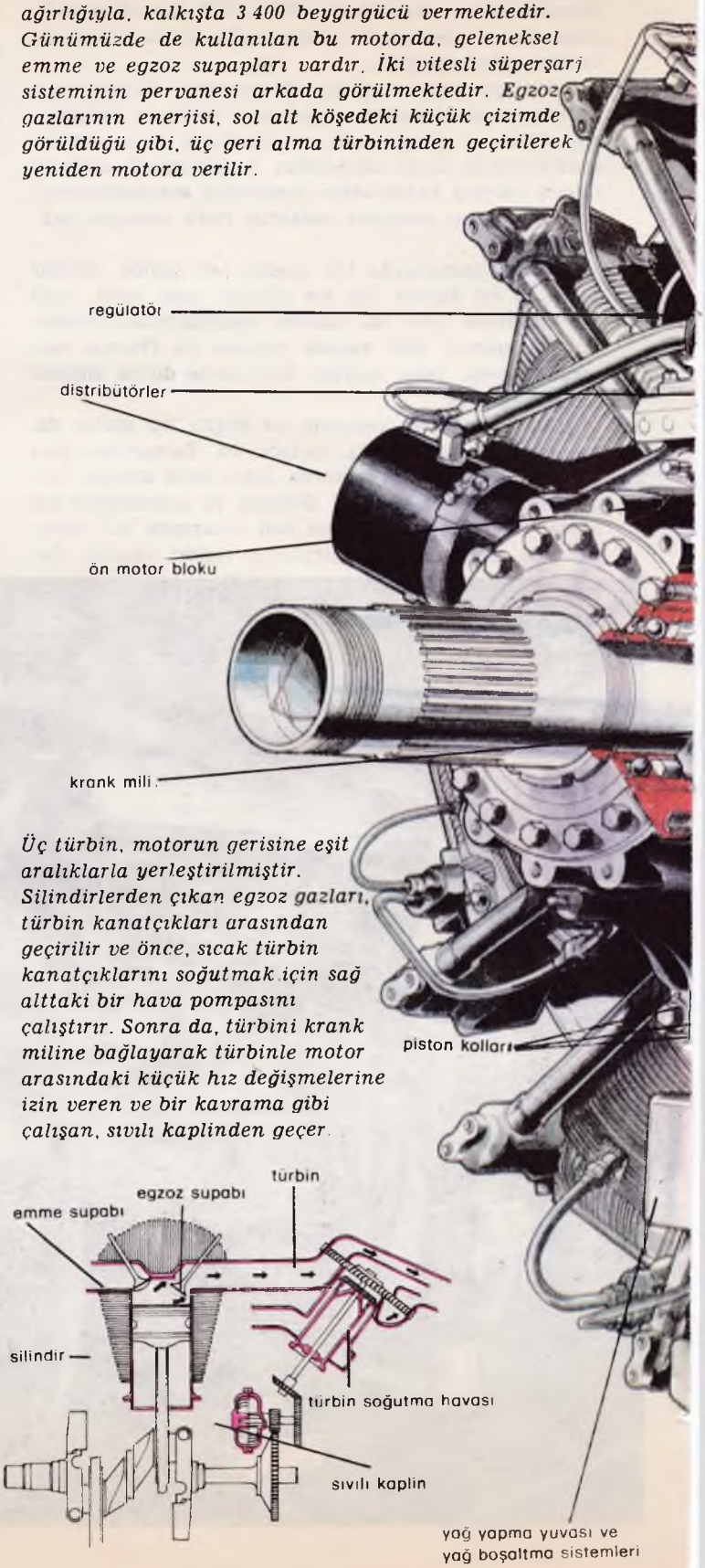
Bazı motor tiplerinde soğutucu olarak kullanılan etilen glikol (antifriz), kaynama noktasını 140 °C'a kadar yükselterek, ek güvence sağlamaktaydı.

Bu tür motorda başlıca sorun, soğutma sisteminin ağırlığı ve karmaşıklığıydı. Hava soğutmalı motorlarda hareketli parça bulunmadığından, bu tür, bir sorun ortaya çıkmıyordu.

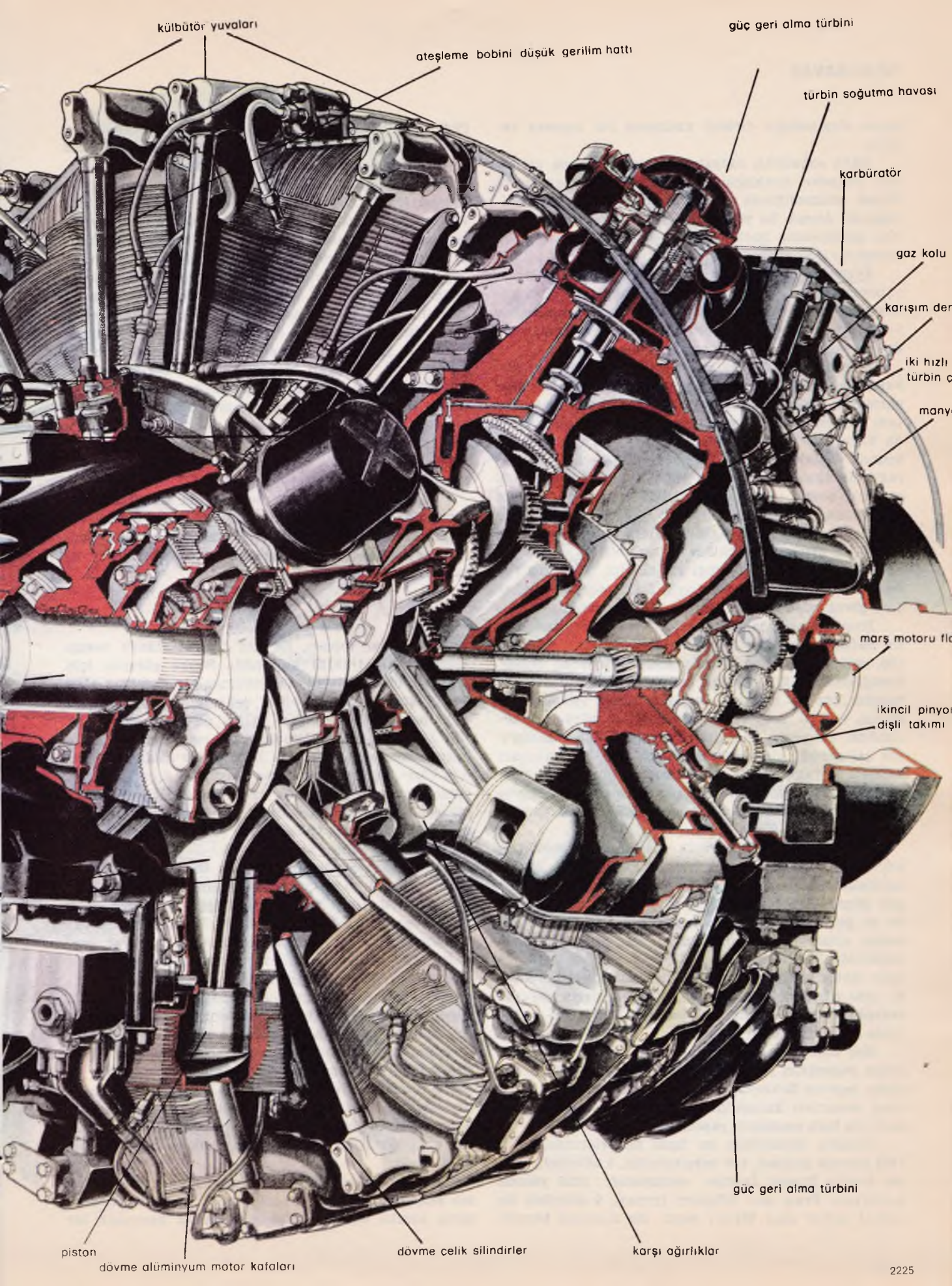
Silindirler bir ya da daha çok dairesel sıra halinde radyal olarak dizilirdi. Bu düzenlemeyle silindirlerin soğutma açısından çok elverişli konumda bulunması, yani pervane arkasında bulunması sağlanıyordu. Silindirler ayrıca, aralıklı yerleştirilerek, dışları ısı geçişini geliştirecek biçimde geniş kanatçıklarla kaplanıyordu.

İlk radyal motorların silindirleri, havaya tam anlamıyla açıktı. Ama 1930 yıllarında motorun çevresine, hava akımını geliştirecek ve önü düz olan geniş mo-

Resimde kesiti görülen ve DC-7 uçağında kullanılan bu Wright TC18 R 3350 EA serisi motor, 1 653 kg'lık ağırlığıyla, kalkışta 3 400 beygirgücü vermektedir. Günümüzde de kullanılan bu motorda, geleneksel emme ve egzoz supapları vardır. İki vitesli süperşarj sisteminin pervanesi arkada görülmektedir. Egzoz gazlarının enerjisi, sol alt köşedeki küçük çizimde görüldüğü gibi, üç geri alma türbininden geçirilerek yeniden motora verilir.



Üç türbin, motorun gerisine eşit aralıklarla yerleştirilmiştir. Silindirlerden çıkan egzoz gazları, türbin kanatçıkları arasından geçirilir ve önce, sıcak türbin kanatçıklarını soğutmak için sağ alttaki bir hava pompasını çalıştırır. Sonra da, türbini krank miline bağlayarak türbinle motor arasındaki küçük hız değişmelerine izin veren ve bir kavrama gibi çalışan, sıvılı kaplinden geçer.


külbütör yuvaları
ateşleme bobini düşük gerilim hattı
güç geri alma türbini
türbin soğutma havası
karbüratör
gaz kolu
karışım der
iki hızlı
türbin ç
many
marş motoru flo
ikincil pinyo
dişli takımı
güç geri alma türbini
piston
dövme alüminyum motor kafaları
dövme çelik silindirler
karşı ağırlıklar

torun oluşturduğu direnci azaltacak bir kaporta eklendi.

Hava soğutmalı radyal motorların başlıca sorunları, yükselen sıcaklığın bir üst sınırı olmaması ve dikkat edilmediğinde sıcaklığın çok çabuk yükselebilmesiydi. Ancak bu sorunlar, daha sonra jet motorunun gelişmesine öncülük eden, yüksek nitelikli, ısıya dayanıklı alaşımların üretilmesini sağladı.

Dizayn gelişmeleri: 1920 ve 1930 yıllarının motor yapımcılarının elinde, sesötesi ve tayfölçer gibi, günümüzde kullanılan karmaşık deney donanımları yoktu. Bununla birlikte, olumlu özellikler taşıyan oldukça sağlam motorlar yapmayı başardılar.

Motor dizaynındaki en önemli gelişmelerden biri *kayar supap*tır. Kayar supap, geleneksel motorlardaki karmaşık supap düzeneklerinin yerini alan pistonu tam anlamıyla çevreleyen ve piston ile silindir arasında kayan bir tek kovandan oluşur. Bu supabın üst ucunda delikler vardır. Delikler, silindir kafasındaki yakıt ile egzoz sistemlerine bağlı deliklerin üstünden geçerek, onları uygun zamanlarda açıp kaparlar. Bu düzenleme, motordaki hareketli parçaların sayısını azaltır. Ayrıca bu parça, silindirlere kolayca sokulan çok yalın aletlerle, istenince çıkarılabilir.

Kayar supabın yapıldığı alaşım tipi, genleşme nedeniyle büyük önem taşır. Isıyla fazla genişlerse silindiri, gereğinden az ısınırsa da pistonu sıkıştırır.

Bazı motorlarda süperşarjör sistemleri bulunur. Bu sistem, silindirler içine ek hava ve yakıt püskürtüp, motorun gücünü artıran kompresörlerden oluşur. Kompresörler, 1910 yılından bu yana kullanılmalarına karşılık, her tip motorda başarılı sonuç vermemiştir. Bunun nedeni, kompresörün, verdiği ek gücün bir bölümünü, çalışması için geri almasıdır. Egzoz gazlarının çalıştırdığı bir türbinden güç alan bir türboşarj sisteminin yapılmasına da çalışılmış, ama işlem sırasında ortaya çıkan yüksek ısıya dayanıklı bir alaşım bulunamamıştır (böyle bir alaşım daha sonra yapılabilmiştir).

1930 yıllarının ortalarında yapılan uçak motorları çok yüksek güçler verdiklerinden, PERVANE hızları normalin üstüne çıkmaktaydı. Pervane uçları, ses hızını geçen bir hıza erişip şok dalgaları oluşturuyor, bu da pervanenin etkisini azaltıyordu. Soruna çözüm bulma amacıyla pervane hızları, bir dişli sistemiyle düşürüldü. Daha sonra A.B.D'nde yapılan gelişmiş uçak motorlarında, değişebilir dişli sistemleri kullanıldı. 1930 yıllarının sonlarındaysa, pervanelerin çoğuna, değişik hızlarda etkili çalışmalarını sağlayan hatve (pala açısı) donanımı takıldı.

Her dönemde motor yapımcıları daha güçlü motorlar yapmanın yollarını aradılar. 1920 ve 1930 yıllarında yapılan Schneider uçak yarışmasında çok güçlü uçak motorları kullanıldı; İkinci Dünya savaşı sırasında da hızlı uçakların yapımına çalışıldı.

Gelişme döneminin en ünlü motorlarından biri, 1921 yılında yapılan, 485 beygirgüçlük, 9 silindirli, radyal İngiliz Bristol Jupiter motorudur. 1926 yılında A.B.D'nde, Pratt and Whitney firması, 9 silindirli bir radyal motor olan Wasp'ı yaptı. Bu motorun beygirgücü 600'dü. 1929 yılında yapılan başka bir Amerikan motoru olan Wright Cyclone da, gene 9 silindirli, 1 525 beygirgücünde bir radyal uçak motoruydu.

Aynı yıllarda Rolls-Royce firması, Schneider yarışması için, 2 600 beygirgücünde, su soğutmalı bir V12 motoru yaptı. Ancak bu motor, söz konusu beygirgücünü sürekli olarak veremiyordu. Bununla birlikte, V12 motorunun temel dizaynı, daha sonra ünlü Rolls - Royce Merlin motorunda da kullanıldı. Rolls-Royce motoru, İkinci Dünya savaşında Spitfire, Hurricane ve Mustang gibi savaş uçaklarının güç kaynağı oldu. 1934 yılında yapılan ilk Merlin motoru, 790 beygirgücündeydi. Daha sonra yapılan çeşitli değişiklikler ve gelişmelerle, motorun beygirgücü 2 000'e çıkarıldı.

1936 yılında yapılan 14 silindirli, iki dizili radyal İngiliz Bristol Hercules motorunun gücü, 1 980 BG'ydü. A.B.D'nde yapılan radyal motorlarsa, Pratt and Whitney tarafından geliştirilen çift Wasp (1937 yılında, 2 500 BG) ve 28 silindirli dört dizili radyal bir motor olan Wasp Major'dı (1945 yılı, 3 800 BG).

Bu dönemde pistonlu motorlar da en yüksek gelişme noktalarına ulaşmıştı. Söz konusu motorların kullanımının günümüzde de sürmesine karşılık, modern uçaklarda jet motorları, pistonlu motorların yerlerini almaktadır.

UÇAKSAVAR

Uçaksavar topları, ilk kez Birinci Dünya savaşı sırasında (1914-1918) kullanıldı. Başka görevler için tasarlanmış silahların değiştirilmesiyle yapılmış olan bu topların görevi, fotoğraf çekmek, topçuya menzil belirtmek, bomba atmak ya da piyadeye saldırmak için alçaktan uçan düşman uçaklarına engel olmaktı. Ayrıca, kol halinde uçarak kendilerine saldıran uçaklara karşı bir ortak savunma oluşturan düşman uçaklarına karşı da kullanıldı. Bu işlevleri İkinci Dünya savaşının sonuna kadar sürdü. Ama savaşın son yıllarında ortaya çıkan yüksek hızlı jet uçakları karşısında söz konusu toplar yetersiz kaldı.

Uçaksavar toplarının sorunu: Bu tür topların en büyük sorunu, uçuş süreleri nedeniyle ortaya çıkar. Uçaksavar mermisi hedef uçağa doğru giderken, uçak da hareketini sürdürür. Sözgelimi, saatte 320 km yapan düşük hızlı bir uçak, 83 mm'lik bir uçaksavar mermisinin 30 saniyelik gidiş süresi içinde 2,8 km'lik bir mesafe alır. Mermi ateşlenirken, hedefin konumu bilinmektedir. Ama mermi, namludan çıktıktan sonra denetlenemez. Bu nedenle, merminin hedefe gidiş süresi içinde uçağın alacağı yolun hesaplanması gerekir. Hesaplama sırasında, merminin ateşlenmesi ve gidişi sırasında hedef uçağın belirli bir yön, yükseklik ve hızda uçacağı varsayılır ya da bu etmenlerde değişiklik olacaksa bile, bunların belirli bir oranda olacağı düşünülür. Uçak yüksekliği ve hızı büyükse, merminin uçuş süresi de uzar ve varsayımların gerçekleşmesi güçleşir.

Hedefin belirli bir süre sonraki konumunu saptama amacıyla geliştirilmiş olan aygıt, «önceden hesaplama aygıtı» diye tanımlanır. Oldukça karmaşık bir

yapısı olan bu aygıt, yalın bir ilkeyle çalışır ve hedef uçağın uçuş yönünü izleyerek, pusula kerterizini ve yüksekliğini hesaplar. Kerteriz ve yüksekliğin kısa bir süre içinde gösterdiği değişiklik, uçuş yönü ile hızının hesaplanmasına yarar. Buna, menzil bulucunun verdiği yüksekliğin eklenmesiyle, hedef konusunda bütün bilgiler sağlanır. Eskiden kullanılan optik menzil bulucu, gece karanlığında yararlı olmadığından, zamanla yerini radara bırakmıştır. Uçaksavar mermisinin izlediği yol, başlangıç hızına, çap ve biçimi nedeniyle ortaya çıkan gecikmeye, uçuştaki denge ve ağırlığına ve meteoroloji koşullarına bağlıdır. Bu etmenlerin tümü, hedef hesaplamasında değerlendirilir.

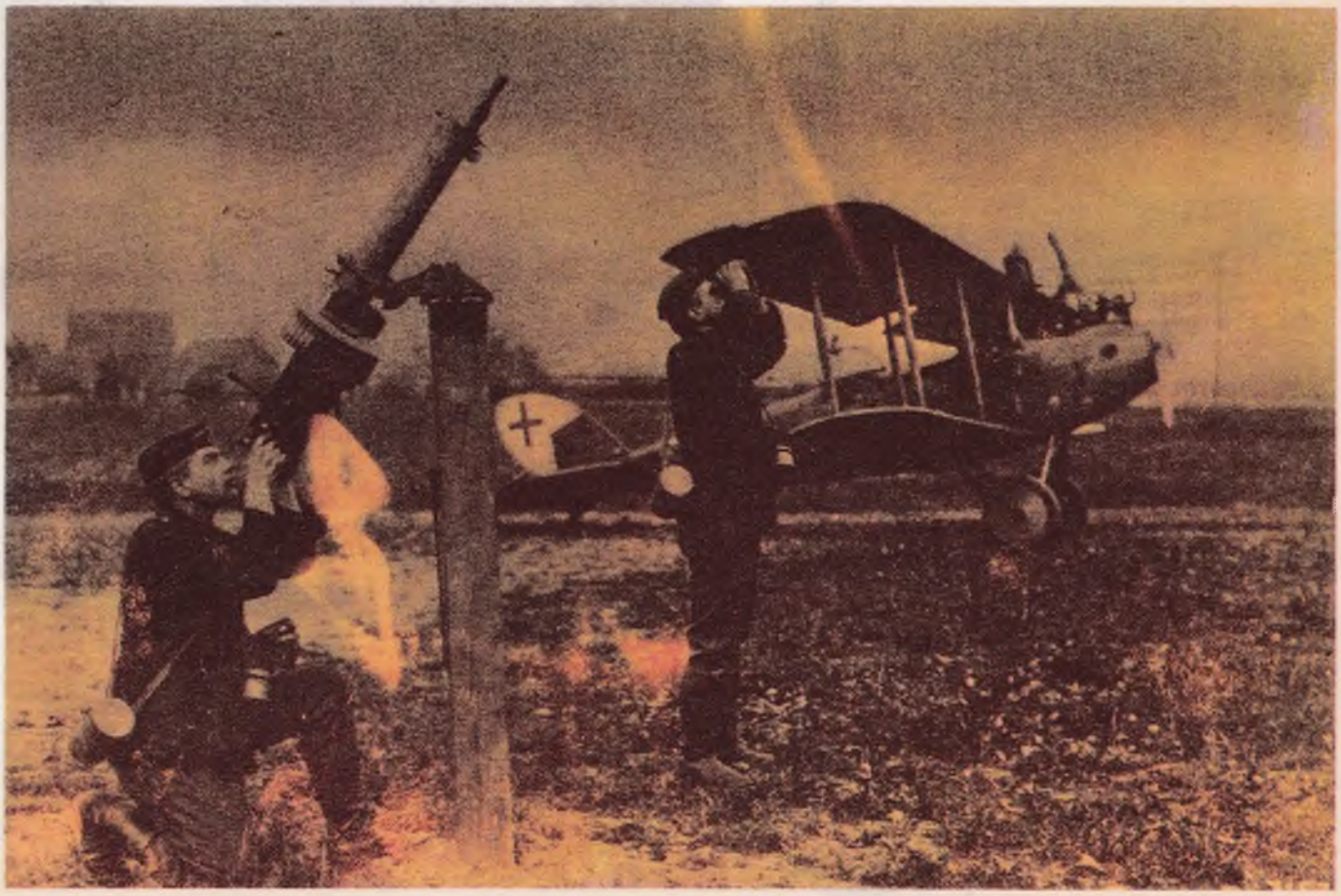
Uçan bir uçağa doğrudan isabet çok güçtür. Bu nedenle mermiye, hedefe varış süresine göre ayarlanmış bir zaman tapası takılır ve mermi, hedefe yaklaştığında bu zaman tapasıyla patlar. Patlayan merminin öldürücü ya da hasar yapıcı etki alanının yarıçapı, varsayımda küçük hatalara izin verecek büyüklüktedir. Otomatik tapa ayarlayıcı, önceden hesaplama aygıtından bilgi alır ve mermi, otomatik doldurucu tarafından topa sürülmeden hemen önce tapayı ayarlar. Büyük bir hata yapılmamışsa, mermi, hedef uçağa isabet etmese bile, yakınında patlayarak hasara yolaçabilir.

Daha sonra geliştirilen yeni bir tapa sistemi olan yakınlık tapası, tapa ayarlama işlemi gereksinimini ortadan kaldırmıştır. Yakınlık tapası, mermi hedefe yaklaştığında hedefi bulan bir radyo sistemiyle çalışır. Sinyallerin gücü, tapanın, mermiyi patlatma zamanını belirler.

Uçaksavar tipleri: İkinci Dünya savaşı sırasında yapılan iki tip silahla, uçaksavar topları, doruk noktalarına ulaşmışlardır. Bunlardan biri, alçak uçuş yapan düşman uçaklarına, öteki de orta ve yüksek yükseltilerde gelen uçaklara karşı kullanılmaktaydı.

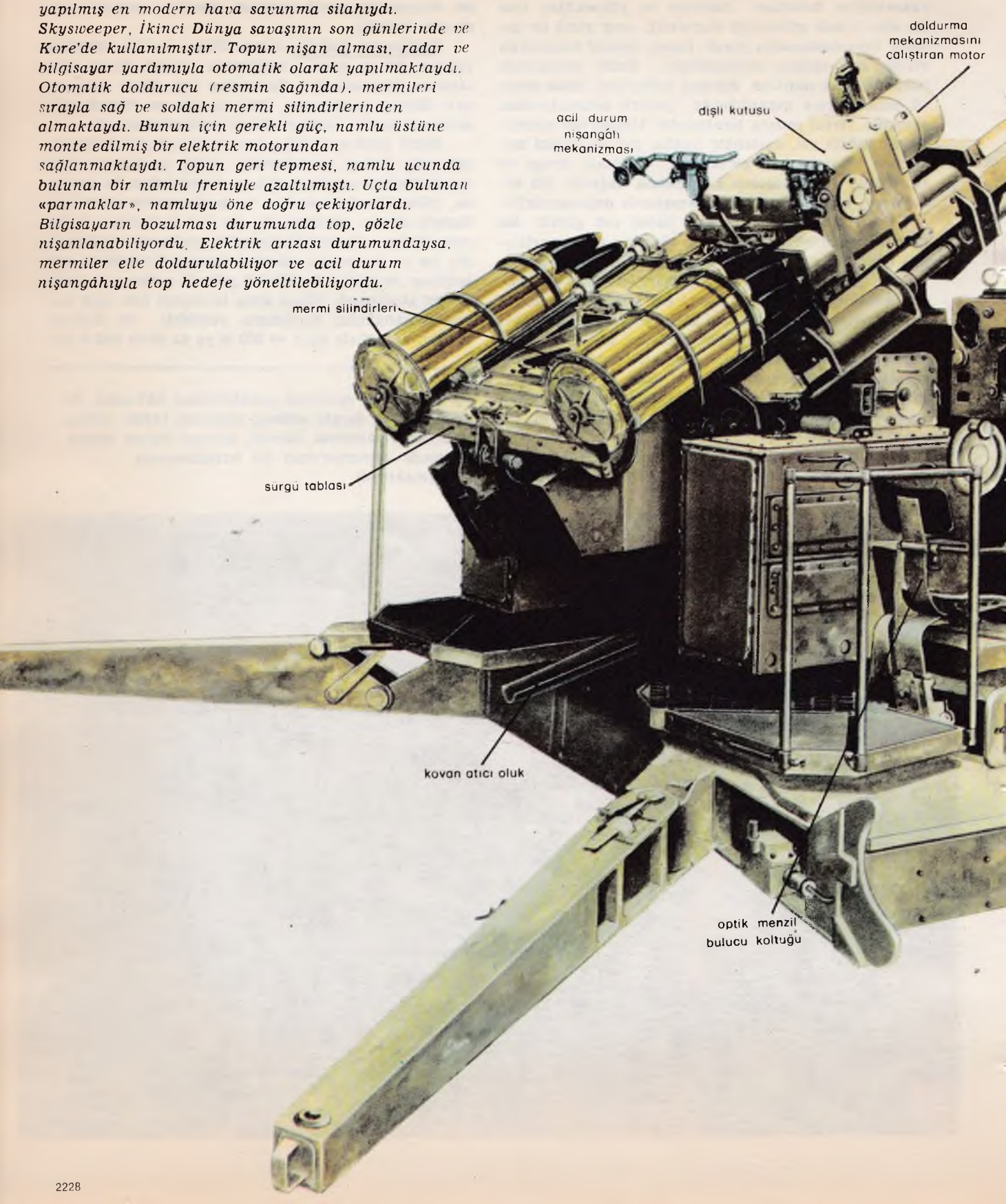
Hafif uçaksavar topu kısa zamanda yer değiştirebiliyordu. Yakın mesafelerde hedef uçakların açısal yer değiştirme oranları yüksek olduğundan, bu toplarda, yükseklik denetiminin ve yanlamasına denetimin duyarlı olması gerekiyordu. En çok kullanılan kalibreler, 20 mm - 40 mm'ydi. 20mm'lik uçaksavar topları ya tek tek ya da ikişerli, dörderli bataryalar halinde kullanılıyor ve dakikada 500-700 yüksek patlayıcılı, tapalı mermi atıyorlardı. Nişan alma işleminin elle, açık dairesel nişangâhlar yardımıyla yapıldığı bu silahlar, 640 km/saat hızla uçan ve 900 m ya da daha yakın me-

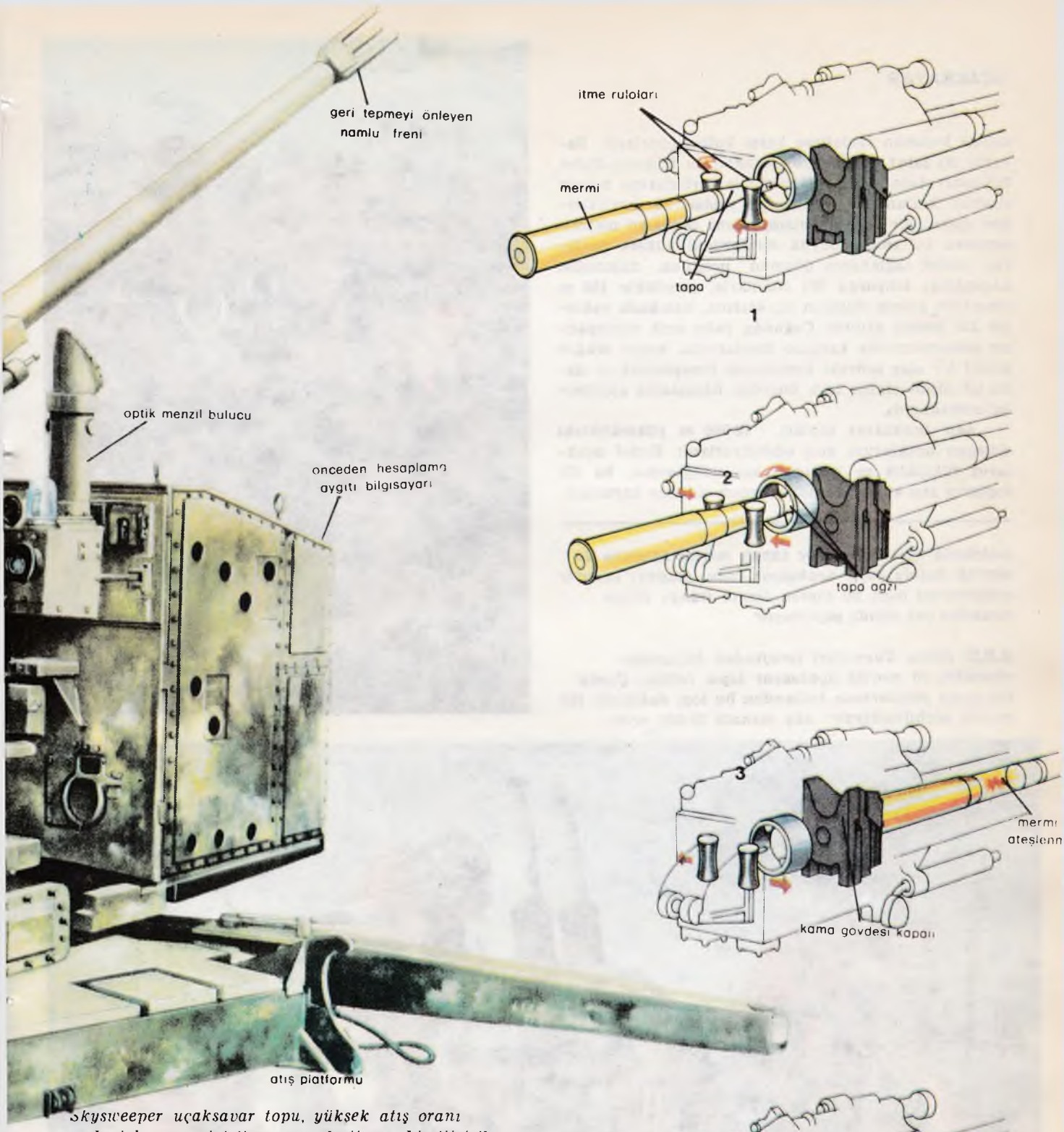
İlk uçaksavar savunma silahlarından biri olan, bir direk üstüne monte edilmiş makinalı tüfek. (altta) Resimdeki savunma sistemi, Birinci Dünya savaşı sırasında Almanya'daki bir havaalanında bulunmaktaydı.

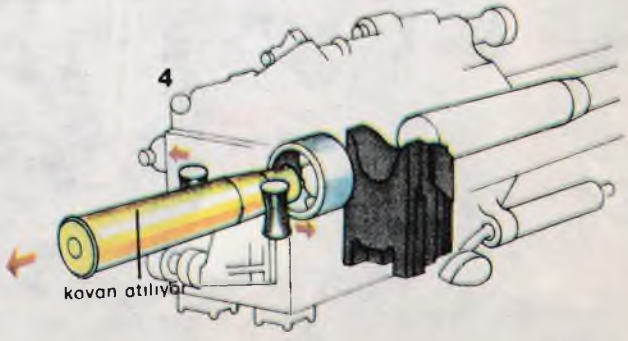


UÇAKSAVAR

A.B.D. «Skysweeper» 75 mm'lik bu ağır uçaksavar topu, roket ve füzelerin ortaya çıkmasından önce yapılmış en modern hava savunma silahıydı. Skysweeper, İkinci Dünya savaşının son günlerinde ve Kore'de kullanılmıştır. Topun nişan alması, radar ve bilgisayar yardımıyla otomatik olarak yapılmaktaydı. Otomatik doldurucu (resmin sağında), mermileri sırayla sağ ve soldaki mermi silindirlerinden almaktaydı. Bunun için gerekli güç, namlu üstüne monte edilmiş bir elektrik motorundan sağlanmaktaydı. Topun geri tepmesi, namlu ucunda bulunan bir namlu freniyle azaltılmıştı. Uçta bulunan «parmaklar», namluyu öne doğru çekiyorlardı. Bilgisayarın bozulması durumunda top, gözle nişanlanabiliyordu. Elektrik arızası durumundaysa, mermiler elle doldurulabiliyor ve acil durum nişangâhıyla top hedefe yöneltilebiliyordu.







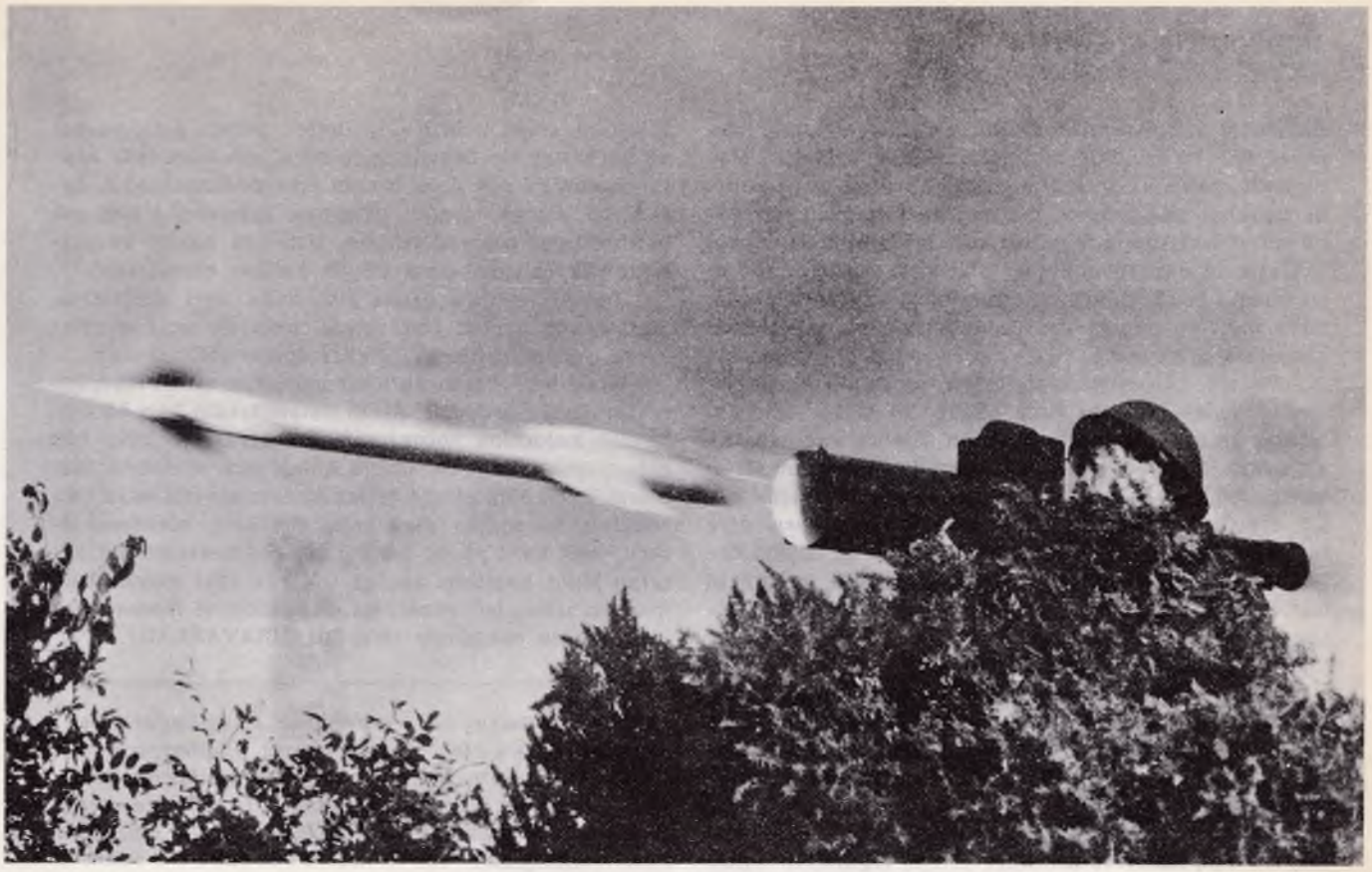
Skysweeper uçaksavar topu, yüksek atış oranı nedeniyle, mermiyi iten ve yerleştiren bir itici ile zaman ayarlaması yapan bir ayarlayıcıdan oluşan, bir elektrikli doldurma sistemiyle donatılmıştır. (sağdaki çizimler) Çalışma sırası şöyledir: 1. Mermi, itme tablasından, yavaşça dönen itme ruloları içine itilir. 2. İtme ruloları mermiyi, tapa ayarlayıcının ağzına sürer. Mermi sıkıca yerine oturunca rulolar çekilir ve tapa ağzı dönerek, mermi üstündeki zaman halkasını çevirip tapayı ayarlar. 3. Ağız açılır, rulolar daha hızlı dönerek mermiyi mermi yuvasına sürerler. Sonra, kama gövdesi kapanır ve mermi ateşlenir. 4. Kama gövdesi açılır ve boş kovan geri çekilip çıkarılır.

safede bulunan hedeflere karşı kullanılıyorlardı. Savaşta iki taraf da, İsviçre Oerlikon ve Hispano-Suiza firmaları tarafından geliştirilmiş birbirlerine benzer silahlar kullandılar. 40 mm'lik toplar, 20 mm'liklerden daha ağır ve hareketsizdi. Ama bunların mermilerinden kullanılan büyük miktardaki yüksek patlayıcı, isabet sağlanınca düşman uçağının düşmesini kaçınılmaz kılıyordu. Bu silahlarla, genellikle 150 m mesafeye girmiş düşman uçaklarına, dakikada yaklaşık 120 mermi atılırdı. Çoğunda yalın açık nişangâhlar kullanılmasına karşılık, bazılarında, hedef uçağın belirli bir süre sonraki konumunu hesaplamak ve daha iyi nişan almak için, önceden hesaplama aygıtları bulunmaktaydı.

Ağır uçaksavar topları, 18 000 m yükseklikteki düşman uçaklarına ateş edebiliyorlardı. Hedef uçakların yükseklik ve hızları fazla olduğundan, bu tür topların atış kumanda donanımları oldukça karmaşık-

Dakikada 120 tane darbe tapalı mermi atabilen 40 mm'lik Bofors hafif uçaksavar topu. (sağda) İsveç'te geliştirilmiş olan bu toptan İkinci Dünya savaşı sırasında çok sayıda yapılmıştır.

A.B.D. Deniz Kuvvetleri tarafından kullanılan otomatik 40 mm'lik uçaksavar topu. (altta) Çeşitli tip savaş gemilerinde kullanılan bu top, dakikada 160 mermi atabilmektedir; atış menzili 10 000 m'dir.



Bir Blowpipe füzesinin atılışı. (üstte) Atıcıya herhangi bir zarar vermemesi için, füzenin birinci kademesi, yalnızca saniyenin küçük bir bölümü gibi kısa bir süre için yanar. İkinci kademe, füze uzaklaştıktan sonra ateşlenir.

tı. Ayrıca, büyük mermilerin kullanılması, otomatik doldurmayı zorunlu kılmıştı. Merminin uçuş süresini kısaltmak için gerekli olan yüksek namlu hızı ile isabet oranını artırmak için gerekli olan yüksek atış oranı, namluların çabuk yıpranmasına ve topların hizmet sürelerinin kısalmasına neden oluyordu.

Uçaksavar silahlarının geleceği: Jet motorunun yapılmasıyla uçakların hız ve yüksekliklerinde büyük artışlar oldu; bu nedenle, ağır uçaksavar topları etkisiz kaldı. Söz konusu silahlarla jet uçaklarının vurulması olanaksızlaştığından, uçaksavar topları, aşağı yukarı bütün modern silahlı kuvvetlerde yerlerini, uçuşta yön değiştirebilen, çok yükseklere çıkabilen ve uçakları otomatik olarak bulan, yerden havaya FÜZE'lere bıraktı.

Ancak, yüksek hızlı jet avcı bombardıman uçaklarının yaygınlaşması, erken uyarı ve denetim radarlarına bağlı olarak çalışan, yüksek atış oranlı, 20-30 mm'lik hafif uçaksavar toplarının yeniden ortaya çıkarılmasına yolaçtı.

Alçak uçuşlu saldırı uçaklarına karşı tek kişi tarafından kullanılabilen İngiliz «Blowpipe» tipi roketlerin geliştirilmesi için yapılan çalışmalar da sürdürülmektedir. Roketlere göre daha ucuza malolan hafif uçaksavar topları ile mermilerinin, daha uzun bir süre hizmette kalacağı sanılmaktadır.

UÇUŞ KAYIT AYGITLARI

İkinci Dünya savaşı sırasında bazı İngiliz uçakları, radyo haberleşmelerinin uçuş sonrası denetlenmesi amacıyla telli kayıt aygıtları taşımışlardı. Deney uçaklarının uçuşlarında da, bazı bilgilerin kaydı için başka tip kayıt aygıtları kullanıldı. Böylece, 1958 yılında ilk uçuş kayıt aygıtları ortaya çıktı. Hava hızı, basınç, yükseklik ve bazı kumanda yüzeylerinin konumları gibi belirli parametreler, sürekli olarak (ya da bir tehlike durumunda ekipten birinin çalıştırmasıyla) kazalardan sonra gerekli araştırmanın yapılabilmesi için, darbeden, yangından ve sudan etkilenmeyen bir aygıt tarafından kayıt edilmeye başlandı.Bu ilk kayıt aygıtlarının geliştirilmesiyle de, günümüzde kullanılan, çok karmaşık ve çok görevli kayıt aygıtları ortaya çıktı. Savaş sırasının B-17 uçağının bütün deney uçuşlarında yapılan ölçümler, bir B-52 bombardıman uçağının bir tek deney uçuşunda yapılan ölçümlerden çok daha azdı.

Kullanılan uçuş kayıt aygıtı tipi, uçağın türüne göre değişir. Küçük uçaklara bu tür aygıtlar takılmayabilir. Ama bazı ülkelerde, bir pilot kabini ses kayıtıyla radyo haberleşmelerinin kaydı zorunlu kılınmıştır. Uçuş deneylerinde uçaklara, yaklaşık 25 000 tür ölçüm yapan bilgisayarlar yerleştirilir. Bu bilgiler, yüksek kapasiteli bilgi bağlantılarıyla, hemen kullanılabilir biçimde yer istasyonlarındaki bilgisayarlara aktarılır. Büyük yolcu uçakları ile askeri uçakların çoğunda AİDS (uçak entegre bilgi sistemi) bulunur.

Bir AİDS'te binlerce parça vardır. Uçaktaki kumanda yüzeyleri, flaplar, yüksek kaldırma sistemi, buz eritme sistemi, iklimleme sistemi, iniş takımları, silah

sistemleri, sıvı sistemleri (yakıt, soğutucu, oksijen, hidrolik, vb.) ve özellikle motorlar. AİDS'e bağlanır. Motorlarda, yakıt akışı, motor devri, hava ve gaz basıncı ile sıcaklığı, yağ basıncı, mil momenti ve gücü ters yöne veren donanım gibi çeşitli konularda bilgi sağlayan, yaklaşık 24 duyarlı nokta ve algılayıcı vardır. AİDS'in en önemli bağlantılarıysa, temel uçuş kumandalarıyla, hava bilgi ve navigasyon sistemleriyle ve haberleşme kanallarıyla yapılır.

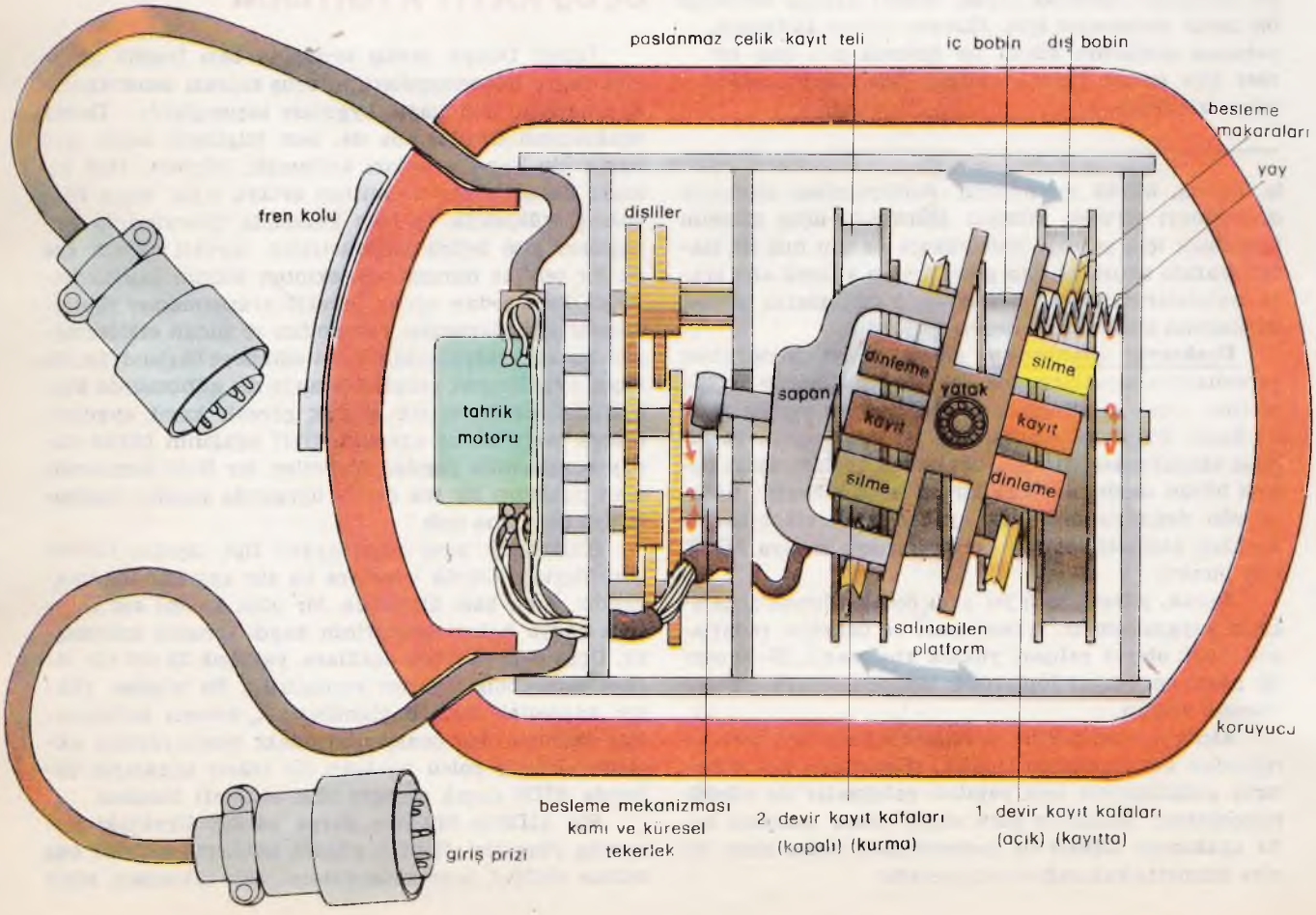
Sistem, çok sayıda algılayıcı, az miktarda kablo, birkaç bellek ve bilgi alma birimi, en az bir denetim birimi, kolayca erişilmesi istenen bilgiler için bir kayıt aygıtı, 25 saatlik bilgileri verebilen bir uzun süreli kayıt aygıtı ve kazalardan etkilenmeyen bir başka kayıt aygıtından oluşmaktadır. «*Seri bilgi yolları*» diye tanımlanan bazı kabloların, büyük bir bilgi işleme kapasitesi vardır. Koruyuculu kayıt aygıtı, en güçlü darbelere, sert cisimlerle delinmelere, 1 200 °C'ın üstündeki sıcaklıklara, derin sulara ve aşınma yapan sıvılara dayanacak biçimde yapılmıştır.

Uçaklara bu sistemlerin takılmasında temel amaç, uçağın en iyi biçimde çalışmasını sağlamaktır. AİDS kayıtlarının incelenmesiyle, parçaların yararlı çalışma süreleri daha iyi belirlenebilmekte ve bazı durumlarda uçuş güvenliğini bozmadan, pahalı bakım işlemlerinde ekonomi sağlanmaktadır. Sistemin geliştirilmiş bir tipi, hasar ve arızaları, ortaya çıkmadan haber verebilmektedir. Bu işlev, denetim altında çalışan parçalardan gelen belirli sinyallerle yerine getirilmekte ve herhangi bir değişiklik, normal denetimlerde saptanmasından çok önce ortaya çıkarılabilmektedir. Ayrıca, bu yoldan, uçağın çalışması konusunda pek çok yararlı bilgi toplandığından, sistemin bakım ve mühendislik çalışmalarına büyük katkısı olmaktadır.

İnsanlı uzay uçuşları gibi daha ileri projelerde, hem ekibin sağlığı konusunda, hem de uzay uçuşlarında yardımcı olacak bilgiler toplanabilmektedir.

AİDS'lere ilişkin kurallar yetkililer tarafından ayrıntılı olarak belirtilir. AİDS sistemlerinin bazı bölümlerinin kullanımı zorunludur. Bunlardan birinin bile çalışmaması halinde, uçağa kalkış izni verilmez. Sistemin kayıt bölümünde Mylar bazlı magnetik bant (nitelikli kayıt sağlar, ama daha çok kaza koruması ister), çelik bant ya da tel kullanılabilmektedir. İlk yapılan kayıt aygıtları *analog* tiplerdi, ama günümüzün modern sistemleri genellikle, sayısaldır ve modern bilgisayarlarla çalışabilir (Bk. BİLGİSAYARLAR).

«Kırmızı yumurta» adı verilen, telli Davall uçuş kayıt aygıtının çizimi. (altta) Pilot kabini bilgileri, sistem tarafından sayısal biçime sokulur ve paslanmaz çelik tele kaydedilir. Aygıtta iki takım kafa ve bobin vardır. Bunlardan biri kayıt yaparken, öteki kurulur. Bir devir tamamlandığında, platform ters yüz edilerek, işlem tersine çevrilir.



URANYUM

Uranyum, 1789'da Bohemya'da (Çekoslovakya) Pekblend içinde, Alman kimyacı M.H. Klaproth tarafından bulundu. Bazı bileşikleri, değişik ve koyu renkleri nedeniyle seramik sırlarında kullanıldı. Daha sonra da bazı filizleri, içinde çok değerli bir madde olan radyum bulunduğu için işlendi. Yaklaşık 150 yıl uranyum, endüstri alanında önem kazanmadı; yalnızca, 92 numaralı element olarak PERYODİK ÇİZELGE'nin en üstünde yeralması ve en yüksek atom ağırlıklı (238) element olması nedeniyle ilgi çekti. 1897'de uranyum bileşiklerinin kağıda sarılı fotoğraf plaklarını bile siyahlaştırdığı, Becquerel'in dikkatini çekti. RADYOAKTİFLİK olayı, ilk kez böyle gözlenmiş oldu. Günümüzdeyse, uranyum, dünyanın en önemli endüstri kaynaklarından biridir. Bilimsel açıdan da uranyum, çekirdeğinin taşıdığı özellikler nedeniyle ilgi çeker. Ancak, daha ağır SENTETİK ELEMENTLER'in yapılması sonucu, uranyum artık peryodik çizelgenin başında yeralmaz.

Kimyasal özellikleri: Uranyum, peryodik çizelgede, ender toprak elementlerinin (Bk. GEÇİŞ ELEMENTLERİ) üçüncüsü olan neodimin hemen altına düşer ve birçok özelliği bu elemente benzer. 5f elektron kabuğunun doldurulus biçimine göre farklı DEĞERLİK'lerde bulunur. Sözgelimi, birçok oksidi vardır. En önemlileri, sarı renkli olan U_3O_8 ve UO_3'dür. UO_2 ise siyah renklidir ve ısıya ötekilerden daha dayanıklıdır. Teknik bakımdan önemli olan bileşikleri de vardır. Bunlar yeşil tetraflüorür (UF_4) ve kolayca tepkimeye giren, 100°C'ın altında da kolayca buharlaşan heksaflüorürdür (UF_6). Uranyum ayrıca, suda ve birçok organik çözücüde çözünen artı yüklü uranil (UO_2^{++}) ile eksi yüklü diuranat ($U_2O_7^{--}$) biçiminde de bulunur. Yeni elde edilmiş uranyum metali gümüş görünümündedir, ama üstünde hemen renkli bir oksit tabakası oluşur. Uranyum toz halindeyken, UO_2 oksidi oluşturarak hızla tutuşur.

Bulunuşu ve eldesi: İlk kez işletilip kullanılanlardan ve en zengin uranyum filizlerinden bazıları, bir Afrika ülkesi olan Kongo'da bulunmuş ve 1939'da radyum elde etme amacıyla işlenmiştir. Kanada'da, Avustralya'da, Güney Amerika'da, çeşitli Doğu ve Batı Avrupa ülkelerinde de önemli damarlar bulunmuştur. Uranyumun, dünya rezervlerinin en büyük bölümünü oluşturan başka bir önemli biçimi de, yaklaşık % 0,02 - % 4 oranında uranyum içeren tortul kütlelerdeki birikintilerdir. Bunlar, A.B.D. ve Kanada'da büyük miktarlara ulaşır. Güney Afrika'daysa, altın ile birlikte

Uranyum mineralleri, yeşil ya da sarı renklidir. (altta) Bakır uranit (resmin altında) uranyum ve bakırın fosfatıdır. Resmin ortasında yeralan atunitse, bir uranyum ve kalsiyum fosfatıdır.

Arı uranil nitrat yapımında son kurutma aşaması. (üstte) Koruyucu giysiler ve basınçlı havalı başlık, çalışanı, havadaki taneciklerden ve tozdan korur.

bulunduğundan, ya artıklardan yeniden elde edilir ya da doğrudan doğruya çıkarılır.

Uranyum doğada, kendinden türemiş radyoaktif ürünlerle bir arada bulunur. Bu nedenle GEİGER SAYACI gibi gama ışınlarını belirleyen bulucularla aranır.

Bir yatağın yeri ve büyüklüğü belirlendikten sonra, uranyum filizi, ya açık ocak yöntemiyle ya da derin MADENCİLİK teknikleriyle çıkarılır. Uranyum radyoaktifliğinin sağlığa verdiği zarar azdır; ama radyoaktif toz ve gazlarının solunması tehlikeli olduğundan, özellikle zengin yataklarda derin işleme teknikleri kullanılırken, önlem almak gerekir. Çıkarılan filiz, sınıflandırılır ve öğütülür. Uranyum kuvvetli bir asit ya da alkalide çözülüp, süzülür. Sonra, ya çöktürme ya da iyon değiştirme (suyun sertliğinin giderilmesindekine benzer biçimde) işlemiyle, yeniden kazanılır. % 50 oranında uranyum oksit içeren bu «sarı pasta», arıtılması için, rafineriye gönderilir.

Arıtma işleminin tam olarak yapılması gerekir. Yakıt içinde milyonda birkaç oranında bulunan yabancı madde bile, çok sayıda nötron soğurup NÜKLEER REAKTÖR'ün çalışmasını engelleyebilir. Sarı pasta nitrik asitte çözülür ve çözelti, uranil nitratı çözecek olan tribütil fosfat ve kerosen gibi organik çözücü karışımlarıyla çalkalanır. Yabancı maddeler, asit çözeltisi içinde kalır. Sonra, arı uranil nitrat yeniden suda çözülerek, ya amonyum diuranat olarak çöktürülüp ısıtılarak ya da yalnızca ısıtılarak, uranyum trioksite (UO_3) dönüştürülür. Uranyum trioksit, hidrojenle ısıtılarak, arı uranyum dioksit (UO_2) verecek biçimde indirgenir. Bu durumdayken sıkıştırılarak, küçük taneler haline getirilebilir. Taneler, ya zirkonyum alaşımı içine konulur ya da nükleer reaktör yakıtlarına dönüştürmek için paslanmaz çelikten yapılmış koruyucu teneke kutulara doldurulup kapatılır.

Nükleer özellikleri: Uranyumun, biri uranyum-238 (% 99,27), öteki uranyum-235 olan iki izotopu vardır. İkisi de uzun ömürlü alfa tanecikleri yayarlar ve bir dizi radyoaktif ürün vererek kurşuna dönüşürler. U_{235} yavaş hareket eden nötronlarla bombardıman edildiğinde, nükleer fizyona uğrayarak daha çok nötronu serbest bırakır. Bu nedenle, zincirleme tepkime sağlayan tek doğal maddedir. Uranyum-238 bu koşullarda fizyona uğramaz, ama bir nötron soğurabilir ve başka nötronlar tarafından fizyona uğratılabilen sentetik bir element olan plütonyum oluşturarak, art arda radyoaktif değişikliklere uğrar. Bu nedenle, nükleer güç üretimi için, yalnızca doğal olarak oluşan uranyum-235'in fizyona uğratılmasının yanı sıra, aşırı miktarda uranyum-238 atomu plütonyuma dönüşürken fizyon sürecinde çıkan nötronların bir bölümünün ve plütonyumun kullanılması da olasıdır. Bu durum, dünyanın sınırlı uranyum kaynaklarından en iyi biçimde yararlanılmasını sağlar.

İzotop zenginleştirme: İngiliz «Magnox» ve Kanada «CANDU» reaktörleri dışında, dünyanın birçok nükleer güç reaktöründe, yakıtların, fizyona uğratılabilen uranyum-235 izotopu içinde doğal olarak % 0,73 oranında olan yoğunluğun üstüne çıkarılarak zenginleştirilmesi gerekir. Günümüzde bu işlem, gaz halindeki uranyum heksaflüorürün, uranyumun hafif izotopunun istenen yoğunluğa (genellikle % 1 1/2 - % 2 1/2 uranyum-235) ulaşıncaya kadar gözenekli bir zardan sürekli yayınmasıyla gerçekleştirilmektedir. Yayınma, hem kullanılan araçlar, hem de elektrik tüketimi açısından çok pahalı bir işlemdir. Daha ucuz işlemler geliştirilmektedir. Bunların en niteliklisi, gazın sürekli merkezkaç kuvvete uğratılması temeline dayanır. Zenginleştirmeden sonra uranyum heksaflüorür, buhar ve hidrojen ile tepkimeye sokularak, yeniden uranyum diokside (UO_2) dönüştürülür. Zenginleştirme sonucu uranyum-238 fazlası içeren madde, sentetik element plütonyuma dönüştürülebilir. Plütonyum, yeni gelişmekte olan hızlı üretim yapan reaktörlerde yakıt olarak kullanılır.

Temizlenen uranyum metali çubukları. (altta) Metal yakıt yapımında kullanılır ya da izotop zenginleştirmesi için uranyum heksaflüorüre dönüştürülür.

USKUR Bk. PERVANE (gemi)

UYDU, YAPAY

Dünya'nın ilk yapay uydusu *Sputnik 1*'in 1957'de S.S.C.B. tarafından yörüngeye oturtulmasından bu yana, uzaya gittikçe artan büyüklük ve karmaşıklıkta yüzlerce uydu fırlatılmıştır. Bunlar, Dünya çevresindeki yörüngelerde dönerler. Güneş, Ay ve Merih çevresinde dönen araçlar da vardır, ama bunlar, uzay araçları diye adlandırılır.

Dünya uydularının çeşitli yararları vardır. Dünya meteoroloji istasyonları büyük ölçüde, bulutların fotoğrafını çeken ve çeşitli ölçümler yapan bu uydulara dayanır. HABERLEŞME UYDULARI da, çeşitli ülkeler arasında haberleşme sağlarlar. Bilimsel uydular, hem Dünya, hem de çevresine ilişkin, bilim adamlarını aydınlatan bilgiler vermektedirler.

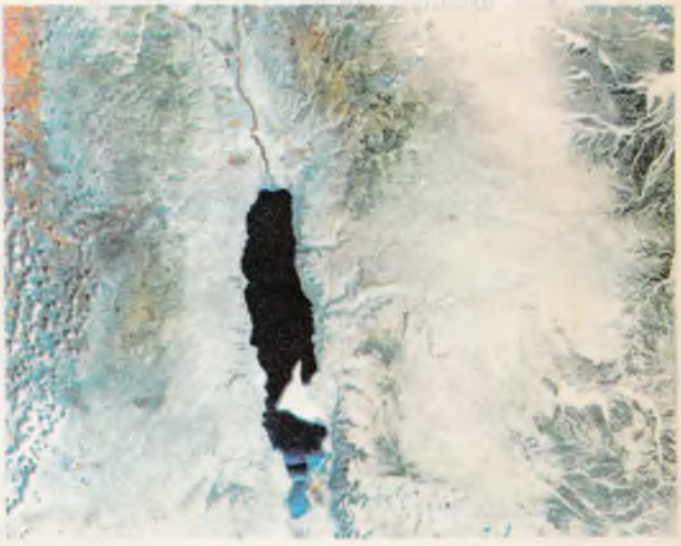
YÖRÜNGE'ler, uydunun kütlesi, yörüngeye oturtma ROKET'inin gücü ve yörüngenin ekvatorla açısına göre değişir. Uydunun Dünya yüzeyine yakın bir yörüngeye oturması için, saatte 30 000 km'lik bir hızla Dünya'nın çekim gücünden kurtulması gerekir. Uzayın derinliklerine yollanması için de, saatte 40 000 km'lik bir hız gerekir. Yörüngeye oturtma roketi kademeli yapılır. Roket kademeleri, yakıtları tükendikçe atılır.

Çalışma ortamı: Uydular çok sert koşullarla karşı karşıya kalırlar. Uydu donanımının, sıfır yerçekiminde, yüksek vakum koşulları altında ve değişik sıcaklıklarda çalışması gerekir. Kademelerin ateşlenmesi sırasında sarsıntı ya da şok etkisi ciddi sorunlar yaratır. Ayrıca, bazı maddeler, vakumda gaz çıkarabilir ya da tanecik yitirebilirler. Bu tanecikler, hassas aygıtları yanıltabilir. Vakumda, basınç altında iki benzer metal yüzey kaynaşabilir. Yağlama sistemleri de, yağ buharlaşacağından, etkisiz kalırlar. Birbirine değmesi gereken yüzeyler, farklı malzemelerden yapılır. YAĞLAMA sistemleri yerine de kurşunlu ya da teflonlu katı tabakalar kullanılır.

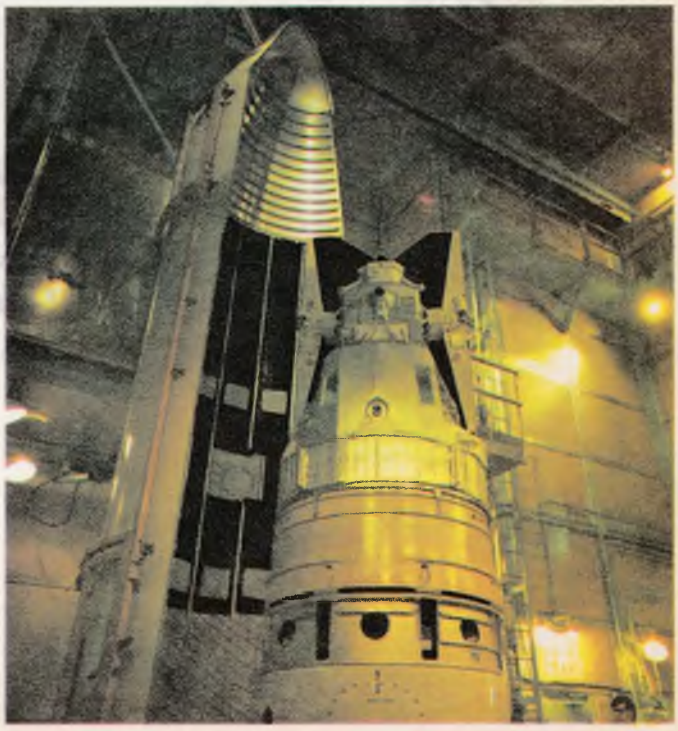
Yapımları: Uydu tasarımı, çok sayıda alt sistemin geliştirilmesini içerir: Yapı; ısıl denetim; yükseklik denetimi; güç; elektrik dağıtımı; telemetri; bilimsel aygıtlar ve fotoğraf makinaları gibi donanım.

Uydunun, hem olabildiğince fazla yük taşıyabilmesi için hafif malzemelerden yapılması, hem de fırlatılma sırasında oluşan etkiler karşısında bütünlüğünü koruması gerekir. Genellikle alüminyum alaşımları ve çağdaş uçak yapım teknikleri kullanılır. Zeminlevhaları, yan duvarlar ve güneş panoları, alüminyumdan ya da petekli CAM ELYAFI levhalarından yapılır. Peteklere yerleştirilen gömme dişler, aygıtları monte etmede kullanılır. Tezgâhlarda işlenerek üretilmesi gereken parçalar, magnetik olmamaları, sağlamlıkları ve ısıl dengeleri nedeniyle alüminyum alaşımları, titanyum ve berilyumdan yapılır. Uydu, tek bir eksen çevresinde dönecek biçimde ayarlandığı için, her türlü koşulda tam dengede kalabilmelidir.

Duyarlı elektronik aygıtlar, —40°C ile +50°C sınırları içinde tutulmalıdır. Uydu bazen güneş ışığı altında, bazen de tam karanlıkta kalabilir. Bu yüzden, üstündeki aygıtların sıcaklık değişikliklerine dayanıklı olması, içindeki aygıtlarınsa, ısıl dengede tutulmaları gerekir. Uydu içinde duyarlı deneylerin yapılması söz konusu değilse, yalın bir soğutma sistemi kullanılabilir. Uydunun dış kaplaması ışınımı soğuracak ya



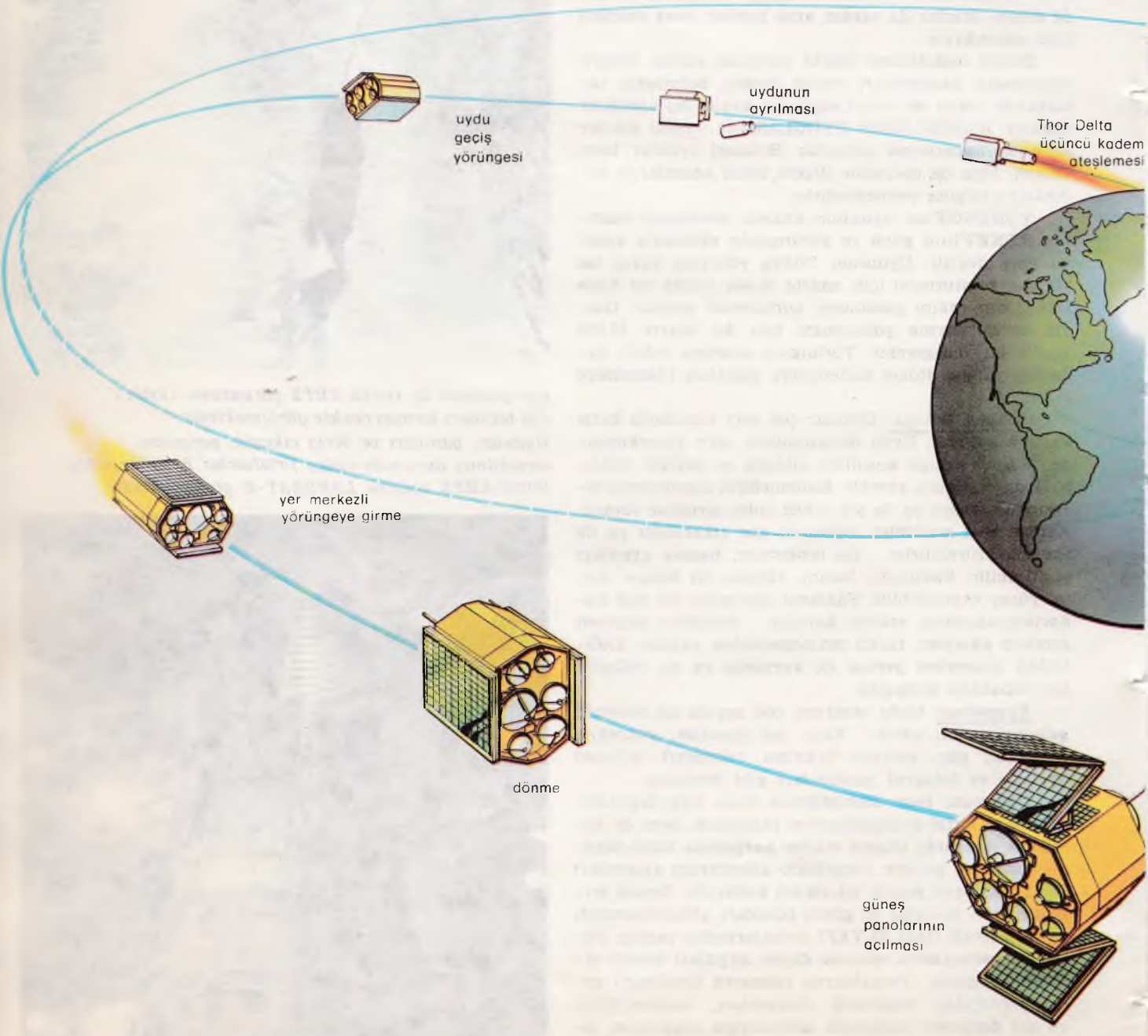
Lut gölünün üç renkli ERTS görüntüsü. (üstte) Çöl bitkileri kırmızı renkte görülmektedir. Uydular, panoları ve öteki çıkıntılı parçaları kapatılmış durumda uzaya fırlatılırlar. Resimde (altta), ikinci ERTS uydusu LANDSAT-B görülmektedir.



da salacak biçimde yapılır ve ısı denetimi için başka bir işlem uygulanmaz. Sözgelimi, açık renk ya da parlak bir kaplama ışınımı soğurup salmaz, ama siyah bir kaplama soğurur. Bazı bölgeleri yalıtmada çok katlı, kıvrımlı alüminyum kaplı plastik tabakalardan yapılmış ısı örtüleri kullanılır.

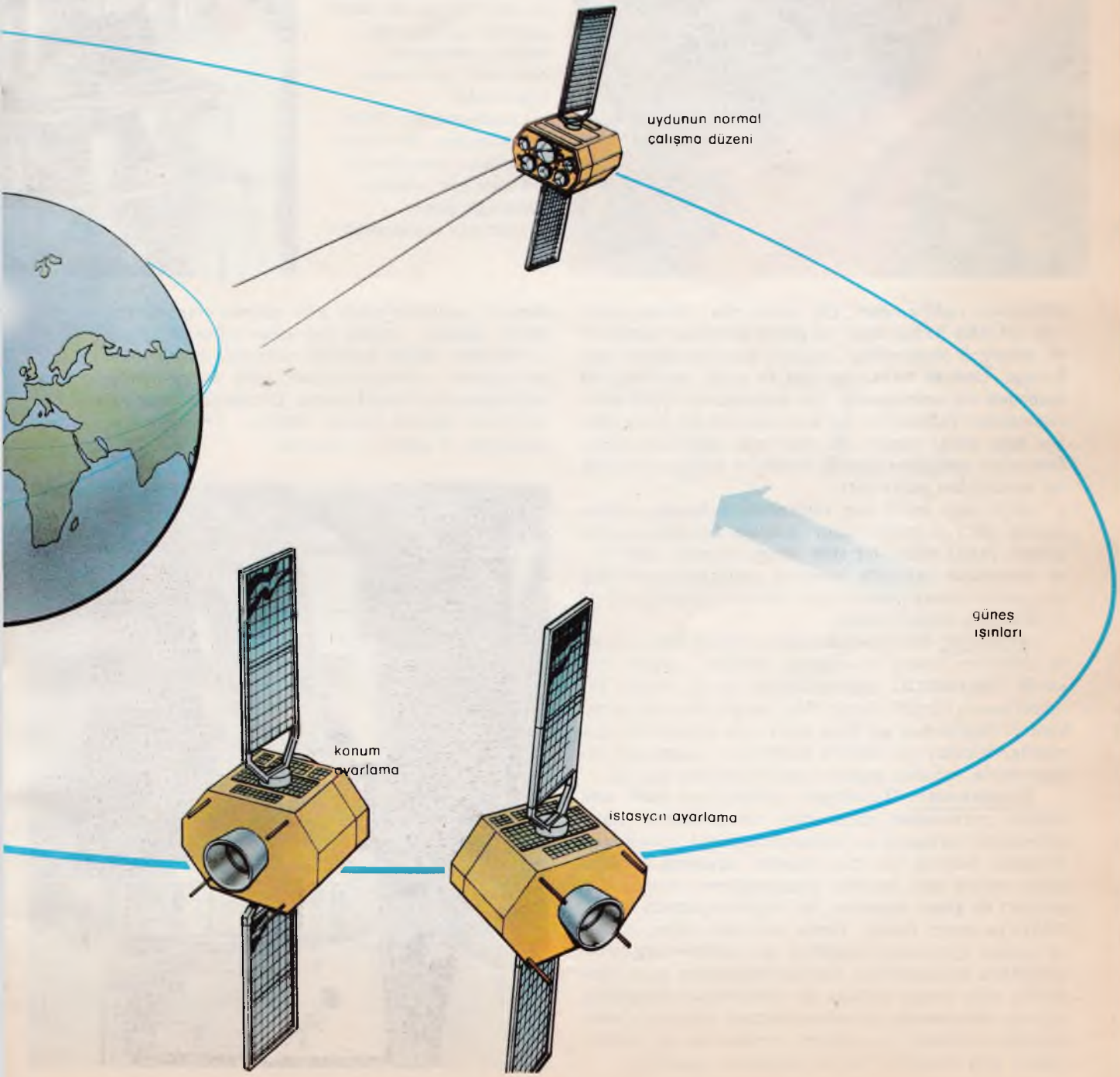
Daha karmaşık uydularda, ısı denetim sistemleri kullanılır. Araç duvarına yerleştirilmiş bir pencere sistemiyle iç sıcaklık denetlenir ya da ısı borularıyla fazla sıcaklık, uydunun yan duvarlarına aktarılır.

Bir uydunun fırlatılması ve yörüngeye oturtulması. Bu bir haberleşme uydusu olduğu için, 6 000 km yükseklikte, yerin biçimine uygun bir yörüngeye oturtulmuştur. Uydu, ekvator üstünde hep aynı noktada kalabilmesi için, Dünya'nın dönme hızına eşit bir hızla dönmektedir. Üç kademeli bir roketle fırlatılmış olan uydu, kendi roket motoruyla konum ayarı yapar. Üç eksenli dengelemeyle, antenleri sürekli olarak Dünya'ya, güneş panoları da Güneş'e bakar.



Konum denetimi: Güneş panolarının her zaman Güneş'e dönük olması gerekir. Yalın uydular, CAYROSKOP gibi tek bir eksen çevresinde döner. Bazı uydular da, gövdelerine takılmış jetlerle, *üç eksenle dengelenmiş*lerdir. Bu sistemde, gerekli düzeltmelerin yapılabilmesi için, önce uydunun konumu ölçülür. Ölçüm, Güneş, Dünya ve bazı yıldızlar gibi gök cisimlerinin konumlarını izleyen algılayıcılarla yapılır. Konum denetim sistemi, bu bilgilerle ya da yerdeki merkezden verilen kumandalarla jetleri çalıştırarak, uydunun konumunu ayarlar. Denetim jetlerinde yakıt olarak *hidrazin* kullanılır. Hidrazin, başka bir maddeyle karıştırılması gerekmeyen, ama bir katalizörle temas ettiğinde çözünen bir yakıttır. Bazı jetlerde *propan* da kullanılabilir. Gelecekte uydularda, İYON TAHRİĞİ'nden yararlanılacağı sanılmaktadır. Bu sistemlerle uydunun konumu duyarlı biçimde ayarlanabilir. Sözgelimi uydunun, Dünya üstündeki bir noktaya, en çok 10 metrelik bir yanılmayla yönelmesi sağlanabilir.

Elektrik gücü: Dünya çevresinde dönen uyduların



Kaliforniya'da İmperial vadisinin haritası. (solda) Renkler, farklı toprak türlerini göstermektedir. Turuncu alüvyon, sarı kum tepecikleri, kırmızı bazalt kayasıdır.

Dünya araştırmalarında kullanılan GEOS bilimsel uydusunun yer araştırmaları için yapılmış modeli. (sağda) Bu model, uydunun yollayacağı verileri etkileyecek elektronik gürültüleri belirlemede kullanılmaktadır. GEOS tek eksenlidir. Her zaman bir bölümünün Güneş'e bakması için, gövdesi bütünüyle güneş panolarıyla kaplanmıştır.

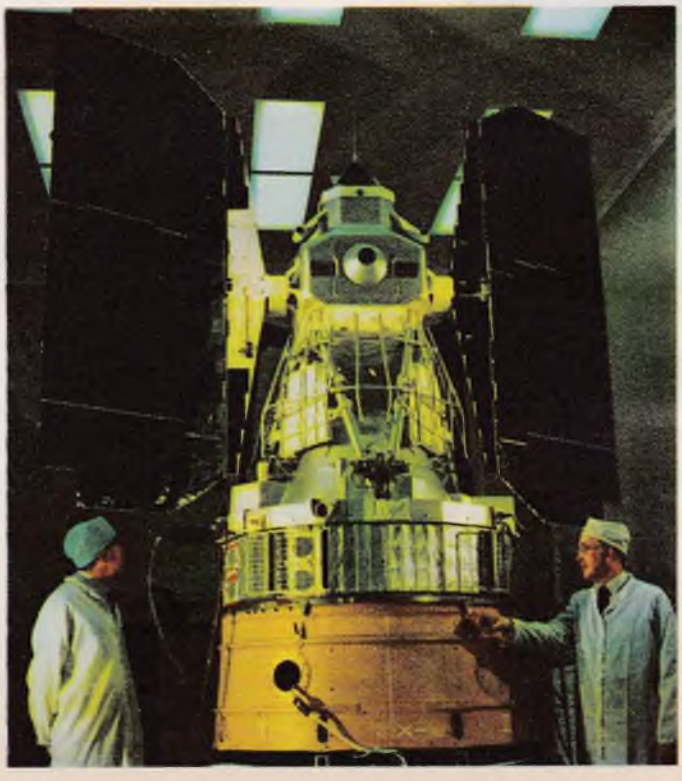
Güneş'ten alabilecekleri güç sınırsızdır. Güneş pilleri (Bk. GÜNEŞ ENERJİSİ), ya gövde çevresine takılır ya da uydunun yanlarından uzanan panolar üstüne tutturulur. Uzayda hava olmadığı ve uydu, herhangi bir darbeden etkilenmeyeceği için, panolar çok hafif malzemelerden yapılabilir. İki metrekarelik bir pano, Güneş ışığı aldığı sürece 250 watt güç üretebilir. Araç, Dünya'nın gölgesine girdiği zaman ve acil durumlarda, bir bataryadan yararlanır.

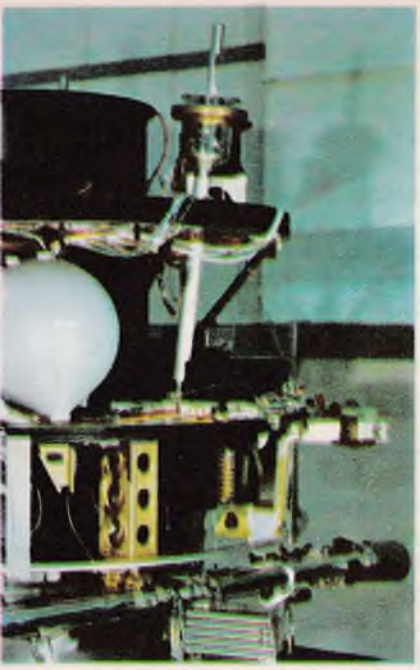
Uyduların ömrü bazı nedenlerle sınırlıdır: Güneş pilinin gücü zamanla azalır; konum denetim sistemlerinin yakıtı belirli bir süre sonra tükenir; uydu hava direncinin etkisiyle zamanla yörüngesinden çıkıp atmosfere girerek yanar. Uydu ömürleri genellikle 2-10 yıl arasında değişmektedir.

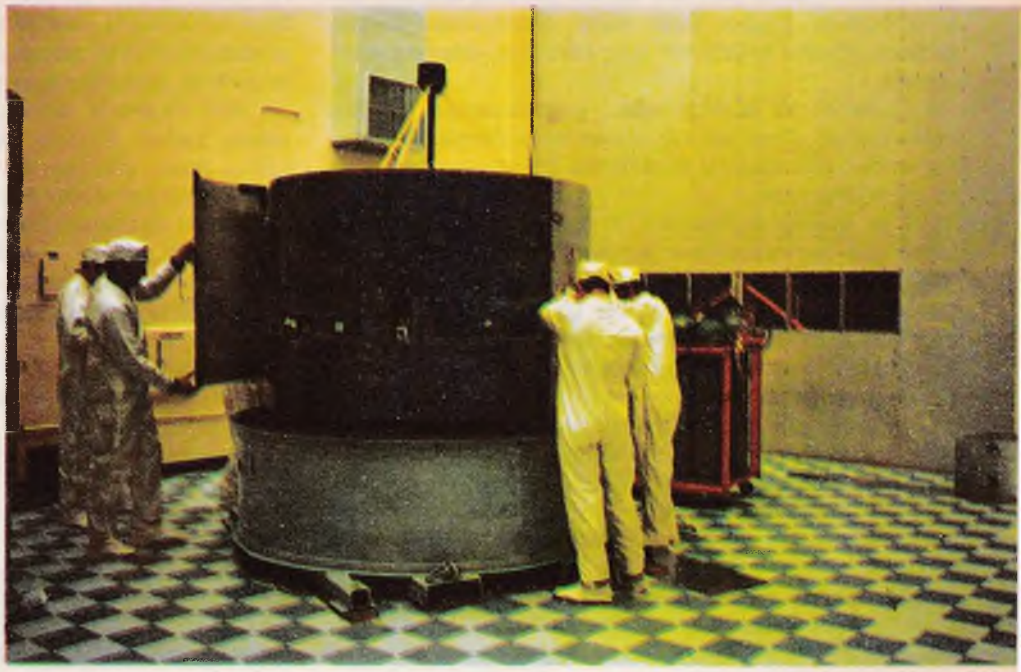
Telemetri: Yer istasyonundan verilen kumandalar ve uydunun Dünya'ya yolladığı bilgiler, yüksek frekanslı TELEMETRİ bağlantılarıyla iletilir. Birçok bilimsel uydu, sürekli olarak bilgi toplar, ama yer istasyonları tarafından görülme süresi çok kısadır. Bu durumda, bilgiler, bir TEYP'e kaydedilir ve teyp yer istasyonuyla yeniden bağlantı kurulduğunda çalınır.

Uygulamalar: Haberleşme uydularının yanı sıra, Dünya çevresindeki bulutların fotoğraflarını çeken meteoroloji uyduları da kullanılmaktadır. Meteoroloji uyduları, bulutlu ve açık bölgeler arasında sıcaklık farkı olduğu için, kızılaltı dalgaboylarını inceleyerek, geceleri de görev yaparlar. Bir sistemde, sürekli olarak Dünya'ya resim iletilir. Yerde, uydudan gelen sinyaller uygun aygıtlarla (sözgelimi bir telefoto aygıtıyla) görüntüye dönüştürülür. Yer sistemlerinden daha ekonomik olan başka uydular da önerilmiştir. Sözgelimi, bilinen yöntemlerle gerçekleştirilmesi olanaksız olan, okyanus akıntılarının yönleri, sıcaklıkları ve yoğunlukları gibi ölçümler, bu tür uydularla yapılabilir.

Panoları uçuş anındaki gibi açılmış olan birinci ERTS uydusu. (altta) Her pano Güneş'e çevrilebilir. ERTS uyduları Güneş'le eşzamanlı yörüngelere oturtulmaktadır; yani kuzey-güney doğrultusunda batıya doğru, Dünya'dan biraz farklı bir hızla hareket ederler. Böylece, herhangi bir noktadan, 18 günde bir geçerler.







Senkron Meteoroloji Uydusu B. (üstte sağda) Tek eksenli ve dünyayla eşzamanlı yörüngelidir.

Uçak konumlarını inceleyen bir uydu sistemiyle, HAVA TRAFİK DENETİMİ daha etkili bir hale getirilerek, yoğun hatlarda daha çok uçak uçurulabilir.

Yeraltı kaynakları da uzaydan, yer düzeyinden olduğundan çok daha iyi biçimde incelenebilir. Değişik renk bantlarında görüntü alan kameralar kullanılarak ve bitkilerin yansıtma özelliğinden yararlanılarak, hastalıklı ekin bölgeleri belirlenebilir. · Maden kaynakları, hayvan besleme kapasiteleri, orman ve sular, uzaydan kısa sürede incelenebilir. Dünya Kaynakları Teknoloji Uydusu (ERTS), bu konuda büyük başarı sağlamıştır. 914 km yükseklikten 100 m gibi küçük boyutlu cisimler bile rahatça incelenebilmektedir. Böyle bir uydu, çevre kirlenmesine yolaçan kaynakları da saptayabilir. Akaryakıt tankerleri bu yolla sürekli gözetim altında tutulur.

UZAKTAN KUMANDALI MODELLER

Uzaktan kumandalı modellerin iki türü vardır: Sinyalleri kablo aracılığıyla ileten kablo kumandalı modeller; sinyallerin modele bir telsiz aracılığıyla iletildiği RADYO kumandalı modeller.

Kablo kumandalı modeller, erişme uzaklıkları kablonun boyuyla sınırlı olduğundan ve kablonun ağırlığından kaynaklanan ek yükü karşılamak için, daha fazla güç gerektiğinden, pek kullanılmaz.

Buna karşılık, radyo sinyalleriyle çalışan modellerden, hem çok uzun menzilli oldukları, hem de karmaşık, ama çok duyarlı aygıtlarla denetlenebildiklerinden, tekne, otomobil ve uçak modellerinde yaygın biçimde yararlanılır. Bunların en karmaşık yapılı olanları, model uçaklarda kullanılanlardır. Model uçaklarda üç boyutta kumanda söz konusudur. Bu yüzden aşağıda model uçaklar ele alınmıştır. Ancak temel ilkeler, öteki modeller için de geçerlidir.

Tek kanallı kumanda: Radyo kumanda aygıtlarının da iki türü vardır: Tek kanallı; çok kanallı. Adından da anlaşılacağı gibi tek kanallı türler, modelin yalnızca bir işlevine, genellikle yönlendirilmesine kumanda ederler. Çok kanallı sistemlerse, model uçaklarda yön ve yükseklik dümenlerini, flapları, iniş takımlarını, motor hızını ve frenleri denetlerler. Birçok ülkede radyo kumandalı modellerin kullanılması özel kurallara bağlıdır. Sözgelimi, İngiltere'de bu amaçla, 26,96 ile 27,28 megahertz (MHz) arasındaki frekans bandı kullanılır.

En yalın tek kanallı aygıt, bir verici, bir alıcı, bir RÖLE ile istenen işlemi başlatan ve *"kumanda kolu"* denen elektromekanik bir düzenekten oluşur. Vericinin düğmesine basıldığı zaman, modele, değişmez frekanslı bir sinyal gönderilir. Alıcı tarafından şiddetlendirilen bu sinyal, röleyi, röle de kumanda kolunu çalıştırır.

Kumanda kolu bir ara kolla dümene bağlıdır. Kumanda kolunun SOLENOİT'i çalıştığı zaman, gergin durumdaki bir lastiğin döndürdüğü dişli biçimli kumanda kolu da bobinin merkezine doğru yaklaşır. Dişli 90 derece dönünce, kumanda kolunun öteki ucuna çarpar. Böylece kumanda kolu da 90 derece döner ve dümeni döndürür.

Vericinin düğmesine basılmadığı zaman bobinden akım geçmez ve dişli, 90 derece daha dönerek, normal durumuna gelir. Bundan sonraki basma, diş-

liyi ilk konumuna göre 270 derece dönmüş duruma getireceğinden, uçağın öteki yana dönmesine yolaçar. Böylece yönler, belirli bir sıra izler (sol-düz-sağ-düz-sol-vb.)

Daha güçlü alıcılar röle gereksinimini ortadan kaldırmıştır. Ama bu tür sistemlerin yaygın kullanımı, ancak çok kanallı modellerin yapılmasından sonra gerçekleşmiştir.

Çok kanallı kumanda: İlk çok kanallı aygıtta, 12 farklı ton yayınlayabilen bir *ses vericisi* kullanılmaktaydı. Bu seslerden her biri, alıcıdaki metal şeritlerden birini titreştiriyor, bu şerit bir kontağı kapatıyor ve SERVOMEKANİZMA istenilen işlemi gerçekleştiriyordu. Büyük ve ağır olan bu aygıtlar, her zaman istenilen biçimde çalışmazdı.

Modern çok kanallı aygıtlarda denetimin orantılı olmasını sağlayan *sayısal sinyalli sistemler* kullanılır. Böylece, sağa ve sola tam dönüş kumandası dışında, ara durumları ayarlayamayan tek kanallı sistemlere göre, önemli bir üstünlük sağlanmış olur. Kumanda düğmesi yerine vericide de bir kol kullanılır (gerçek uçaklardaki kumanda kolu gibi). Kolun bir yana itilmesi, araçta kolun hareketiyle orantılı bir tepkiye yolaçar.

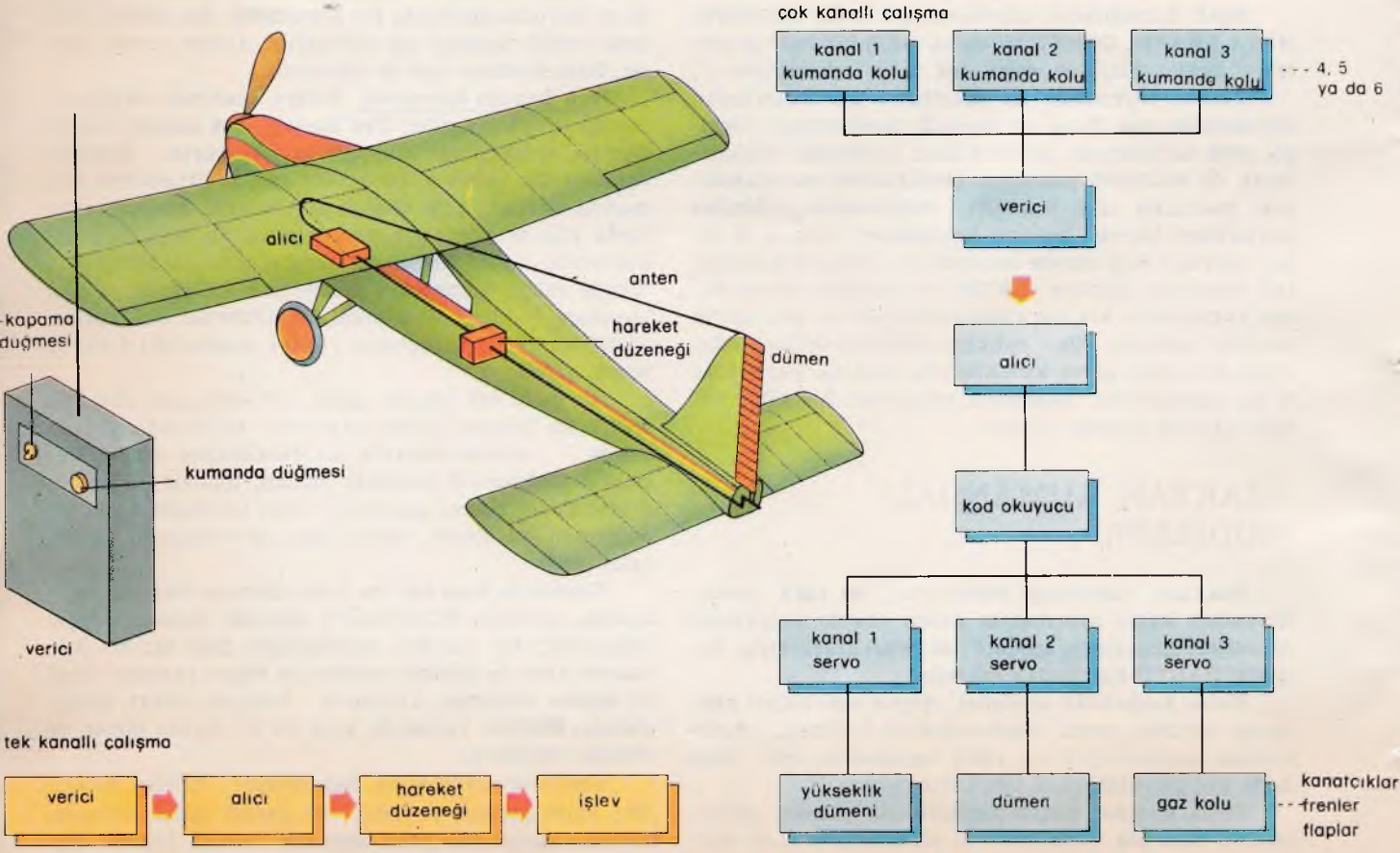
Verici, çalıştığı sürece art arda sinyaller üretir. Sinyal grupları, her zaman, kanal sayısından (modelin denetlenebilen işlevlerinden) bir fazla sayıda sinyal içerir. Bunun nedeni, alıcının sinyalleri değil, bunların arasındaki «boşlukları» saymasıdır. Verici alıcıya saniyede 50-80 sinyal gönderir. Alıcı bunları şiddetlendirerek, kod okuyucuya iletir.

Kod okuyucu, boşlukları değerlendirip, ilgili servolara yollar. Birinci boşluk birinci servoya, ikinci boşluk ikinci servoya, vb. gönderilir. Vericinin sinyalleriyle eşdeğer olan boşlukların süresi, yaklaşık 1.5 milisaniye kadardır. Böylece kod okuyucu, her servoya süreleri eşit bir dizi sinyal göndermiş olur. Kod okuyucu, bu dizilerin başlangıcını ve sonunu, aradaki sürenin daha uzun olmasıyla belirler (5 milisaniye kadar).

Servo, sinyali algıladığı zaman, aynı süreli, ama ters işaretli yeni bir sinyal üretir. Bu iki sinyal, denet-

---

Bir tek işlevin, genellikle yönlendirme sisteminin denetimini sağlayan tek kanallı uzaktan kumandalı model en yalın tiptir. (altta solda) Vericiden gelen sinyal, alıcıda şiddetlendirilir ve kumanda kolunu, bu kol da dümeni çalıştırır. Altta sağdaysa, çok kanallı kumanda sistemi çizimi görülmektedir. Çeşitli işlevlere kumanda eden sinyaller, vericiden tek sinyal halinde yayınlanır ve alıcıda, kod okuyucu tarafından servomekanizmaları çalıştıracak biçimde ayrılır.



lenecek işlemi yöneten motora birlikte iletilir. Sinyaller eşit, ama ters işaretli olduklarından, birbirlerini ortadan kaldırırlar ve motor çalışmaz.

Vericinin kumanda kolu bir yana itildiği zaman, ilgili sinyalin süresi değişir. Yani, dümen kumanda kolu sola itildiği zaman sinyal uzar, sağa itildiği zaman kısalır. Bu tür sinyaller servoya ulaşınca, servo devresinin ürettiği sinyallerle aynı olmaz. İki sinyal birbirini yok etmediğinden, motor döner ve dümeni döndürür.

Motorun dönmeye başlamasıyla birlikte servonun ürettiği sinyali değiştiren bir POTANSİYOMETRE çalışır. Eğer vericiden gelen sinyal artıyorsa, servo sinyali de onunla aynı süreye ulaşıncaya kadar artar. İki sinyal bu noktada birbirini yok edeceğinden, motor durur. Vericiden gelen sinyalin süresi, vericideki kumanda kolunun hareketiyle orantılı olduğundan, servonun hareketi de bununla orantılı olur. Kol, normal konumuna döndüğü zaman servo da onu izler. Verici üstündeki kollar tek tek ya da birlikte kullanılabilir. Bu yüzden modellerin denetimi, oldukça zordur.

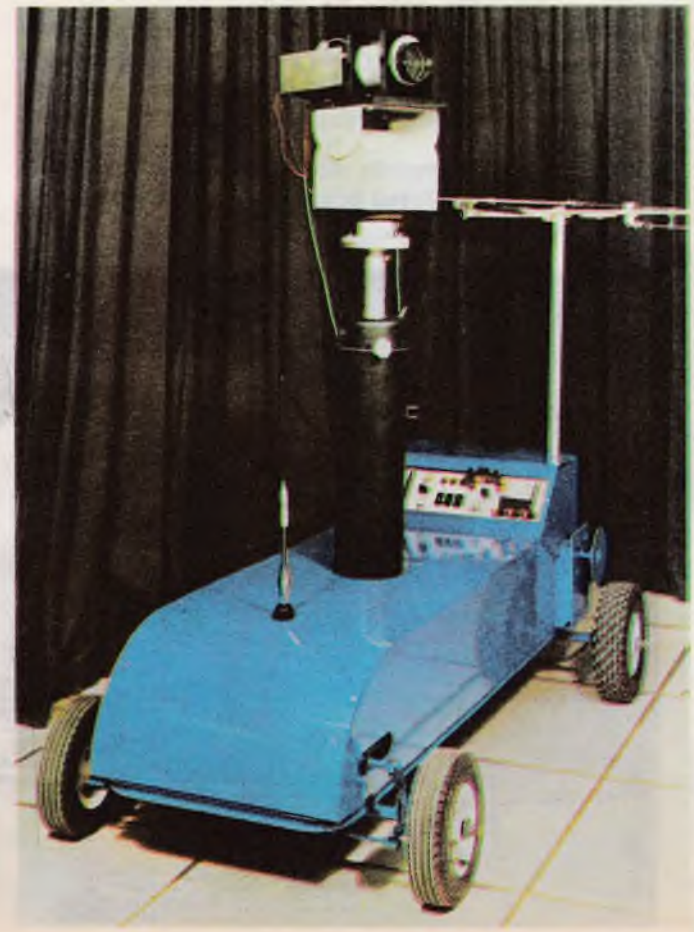
Model uçak ve kumanda aygıtları çok karmaşık ve pahalıdır. Bu alandaki en son gelişme, 1972 yılında Almanya'da Dieter Schluter tarafından yapılan radyo kumandalı helikopterdir. Schluter'den önceki çalışmaların tümü başarısızlıkla sonuçlanmıştır. 17 Temmuz 1974'te bir Bell 212 model helikopteri, 30 metre uzakta bulunan gerçek bir helikopterin içindeki Dieter Ziegler'in denetiminde Manş Denizi'ni aşmıştır.

UZAY ARACI, İNSANLI

İnsanlı uzay araçları, temelde, UYDU'lara ya da insansız uzay araçlarına (Bk. UZAY ARACI, İNSANSIZ) benzer. İnsan, günümüzde yapılabilen robotlardan çok daha beceriklidir. Ne var ki, insanın varlığı, ek denetim aygıtları, destek sistemleri, karmaşık yaşam sistemleri, geniş elektronik donanım gibi güvenlik önlemleri gerektirdiğinden, sağladığı yararın, yapılan harcamaları karşılayıp karşılamadığı tartışılmaktadır. A.B.D. Uzay Araştırmaları Merkezi NASA, insanlı ve insansız uzay araçlarının birbirlerini tamamladıklarını savunmakta, iki yöntemin de dikkatli bir biçimde bir arada geliştirilmesini öngörmektedir.

İnsanlı uzay araçlarında bazı temel gereksinimler vardır. Bunlarda, gerekli rota düzeltmelerini, Dünya ve Ay yörüngelerinde manevraları, Ay'dan kalkışı ve yeterli oranda yedek gücü sağlayacak güçlü ROKET motorları bulunur. Günümüzün yakıtları, uzun süreli uzay görevleri için yeterli olmadığından, geleceğin uzay gemileri için nükleer enerji ya da iyonlaşmış gazlarla (Bk. İYON TAHRİĞİ) çalışan yeni roketler geliştirilmektedir.

Araçta ayrıca, uçaklardaki yön ve derinlik dü-



Ay'da kullanılacak bir aracın kumanda sistemini deneme amacıyla yapılan ve bir televizyon sistemiyle uzaktan kumanda edilen model araç. (solda) Bir modelin işlevlerini denemek için kullanılan verici. (sağda) İngiltere'den Fransa'ya yaptığı uçuştan önce Dieter Ziegler. (altta) 150 metre yüksekten yaptığı uçuş. 67 dakika sürmüş ve model bu süre içinde 1.5 litre yakıt tüketmiştir.

menleri ile flapların görevini üstlenen *itici*lerin (küçük roket motorları) bulunması gerekir. Güvenlik açısından ikişer ikişer takılan iticiler, aracın ekseni çevresinde döndürme momenti oluşturmak için, eksenin iki yanına, aynı çap üstüne yerleştirilir. Her itici çifti ayrı bir yakıt deposuyla donatılır. Bunlar, uçakta olduğu gibi, elektronik olarak ayar yapan bir kumanda koluyla denetlenir.

Sistemler: Araçlardaki sistemlerin çoğu elektrik enerjisiyle çalışır. Bu enerji, ilk uzay araçlarında kısa ömürlü pillerle sağlanırdı. Daha sonra NASA, Apollo ve Gemini uzay araçlarında, oksijen ile hidrojeni, içilebilen suya dönüştürerek, güç üreten YAKITLI PİL kullandı. S.S.C.B'nin Soyuz'uysa eski teknolojik uygulamalardan olan güneş pilleriyle çalışıyordu. Günümüzdeyse, bazı uzay yolculuklarında denenen minyatür nükleer üreteçler, uzun süreli uzay yolculuklarında yaygın olarak kullanılmaktadır.

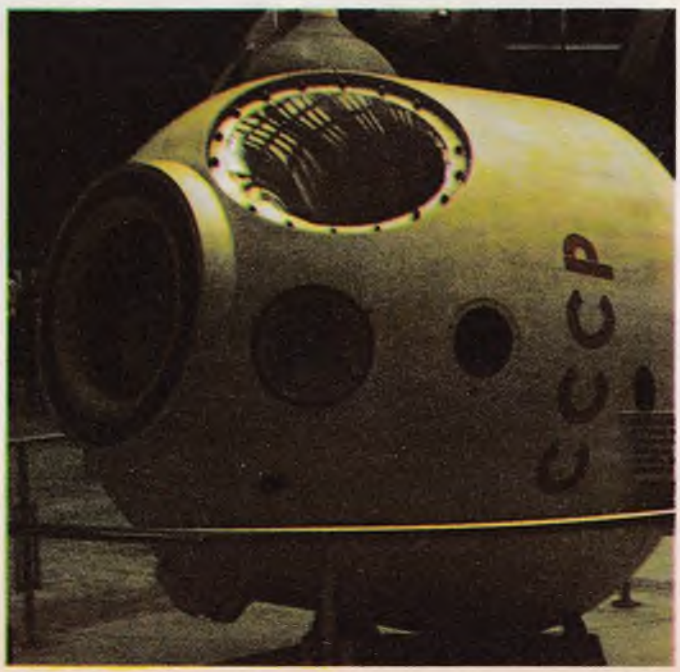
Uzayda, aracın bir yanı güneşin etkisiyle ısınırken, öteki yanı soğuduğundan, sıcaklık denetimi çok önemlidir. Skylab uzay laboratuvarında (Bk. UZAY LABORATUVARI) bir güneş panosunun yerinden kopması, soğutma sistemlerinin çalışmasını olumsuz yönde etkilediğinden, araçta ayrıca ısı kalkanına gerek duyulmuştu. Apollo uzay aracı ise, yolculuğu sırasında, üstündeki sıcaklık dağılımını düzenlemek ve sıcaklığı uzaya yaymak için, kendi çevresinde dönerdi.

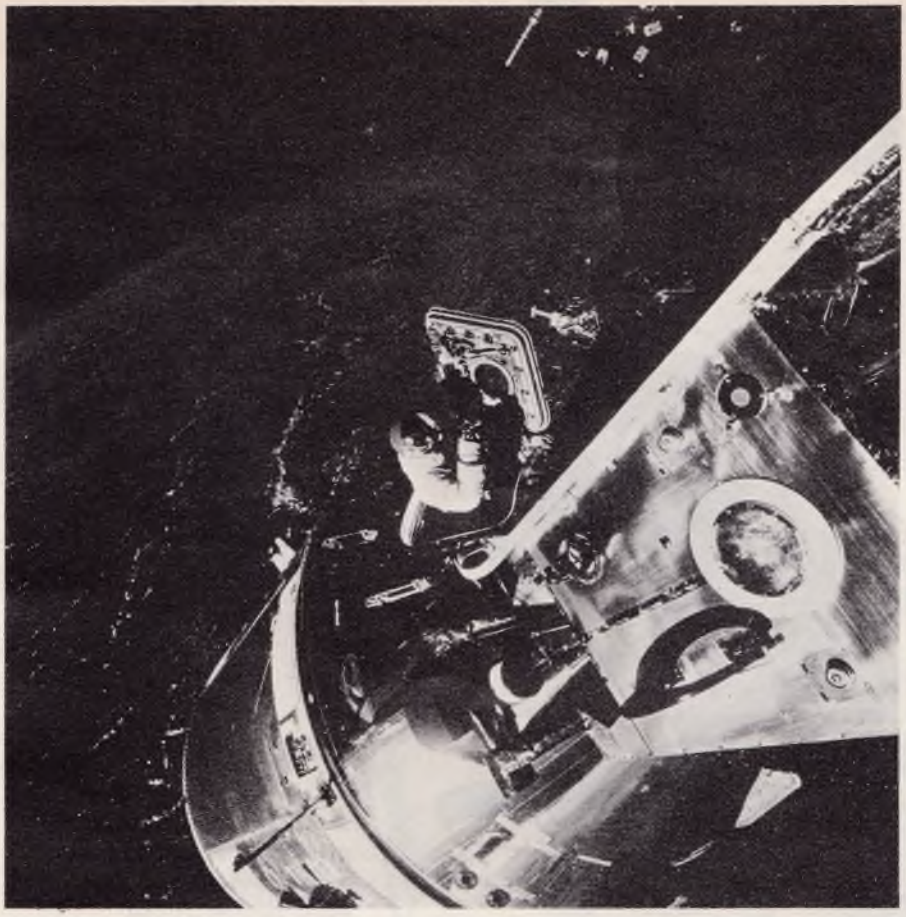
Araçlarda, hem kabin içindeki basıncın sağlanması için, hem de uzaya çıkış ve girişlerde oluşan basınç düşmelerini karşılamak için yedek hava bulundurulması gerekir. Hava, su ve yiyecekler, ağırlık yönünden büyük sorun doğurduğundan, geleceğin uzun yolculuklarında bunların, ya mekanik olarak ya da ekolojik yöntemlerle (bitkiler kullanılarak) oluşturulmaları denecektir. S.S.C.B. araçlarında, deniz düzeyindeki basınç koşullarında oksijen ve azottan oluşan, dünya atmosferine benzeyen havadan yararlanılır. A.B.D. araçlarındaysa, Apollo yolculukları dışında 0,345 bar basınçta arı oksijenden yararlanılmıştır. Apollo yolculuklarında aracın uzaya fırlatılması sırasında, atmosfer bileşiminde hava, araç yörüngeye oturduktan sonra da arı oksijen kullanılmıştır. Fırlatma sırasında atmosfer bileşiminde hava kullanma, Apollo uçuşu hazırlıkları sırasında araç kabininde arı oksijen kullanımı yüzünden çıkan yangında Gus Grissom, Ed White ve Roger Chaffee adlı astronotların ölümünden sonra ortaya çıkarılmış bir önlemdir.

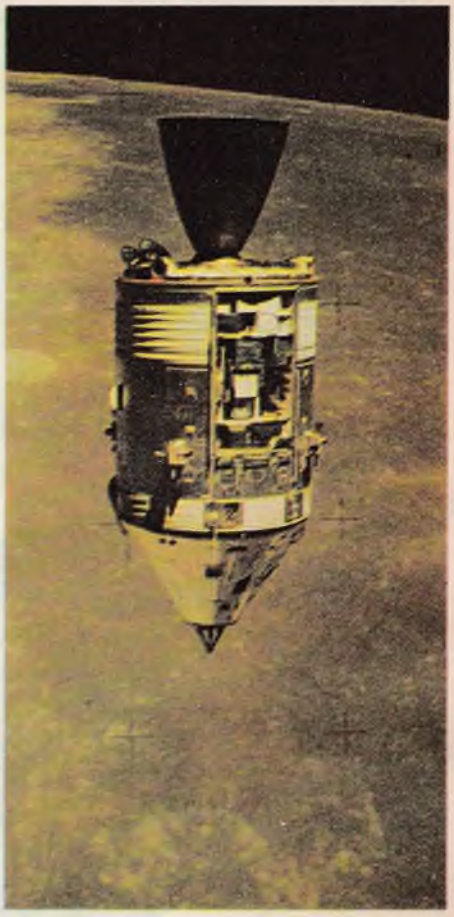
Dünya ile haberleşme en önemli noktalardan bi-

Skylab 3'ün fırlatılmasında kullanılan aracın ayrılan Satürn 4B kademesi. (solda) A.B.D. roketleri Atlas Okyanusu üstünden geçen bir doğrultuda atılır ve 50-80 km yükseklikte araçtan ayrılan yakıtı tükenen, ilk kademe, denize düşer. Öteki kademeler de, araçtan ayrıldıkları yüksekliğe bağlı olarak, ya atmosferde yanar ya da Dünya'nın yörüngesine yerleşirler.

Üç kişilik Soyuz kumanda modülü, Moskova'daki bir sergide. (altta) İlk Soyuz uçuşu, 1967 Nisan'ında yapılmıştır.







ridir. Geleceğin uzay gemilerinde, kendi sistemlerini denetleyecek geniş kapasiteli bilgisayarlar bulunacak ve o günlerin teknolojisi çok daha güvenilir olacaktır. Ama bugün, araçtakilerin sağlığının yanı sıra, birçok sistemin, sürekli olarak yerden denetlenmesi gereklidir. Ayrıca, uzaydan Dünya'ya ses ve görüntünün iletilebilmesi için, mikrodalgalarla çalışan yönlü antenler kullanılır.

İnsanlı uzay araçlarının bir başka özelliği de, içindekileri Dünya'ya geri getirebilecek nitelikte olmalarıdır. Bugüne kadar atmosfere giriş sırasında karşılaşılan önemli sorunlar açısından, modüllerden oluşan bir araç yapısı yeğlenmiştir. Böylece, 30 000 km/saat hızla atmosfere giriş sırasında hava sürtünmesinden ötürü 1 600°C'a yükselen sıcaklıktan aracı koruyan tabakayla, aracın değişik biçimlerde yapılması sağlanmıştır. Yüzeyin büyük bir bölümünün ısı kalkanı arkasında kalması için araçlar, ya koni biçiminde ya da aerodinamik kaldırma gücünü artırıp yavaşlamayı kolaylaştırmak için Soyuz gibi hafifçe eğimli yapılmıştır. Isı kalkanı, aracı paraşüt açma hızına kadar yavaşlatmak için gereklidir. Isı kalkanları kalın plastikten yapılan bir tabakanın yanarak, ısıyı çevreye yaması ilkesine göre çalışır. Öteki yüzeyler daha ince tabakalarla kaplanır.

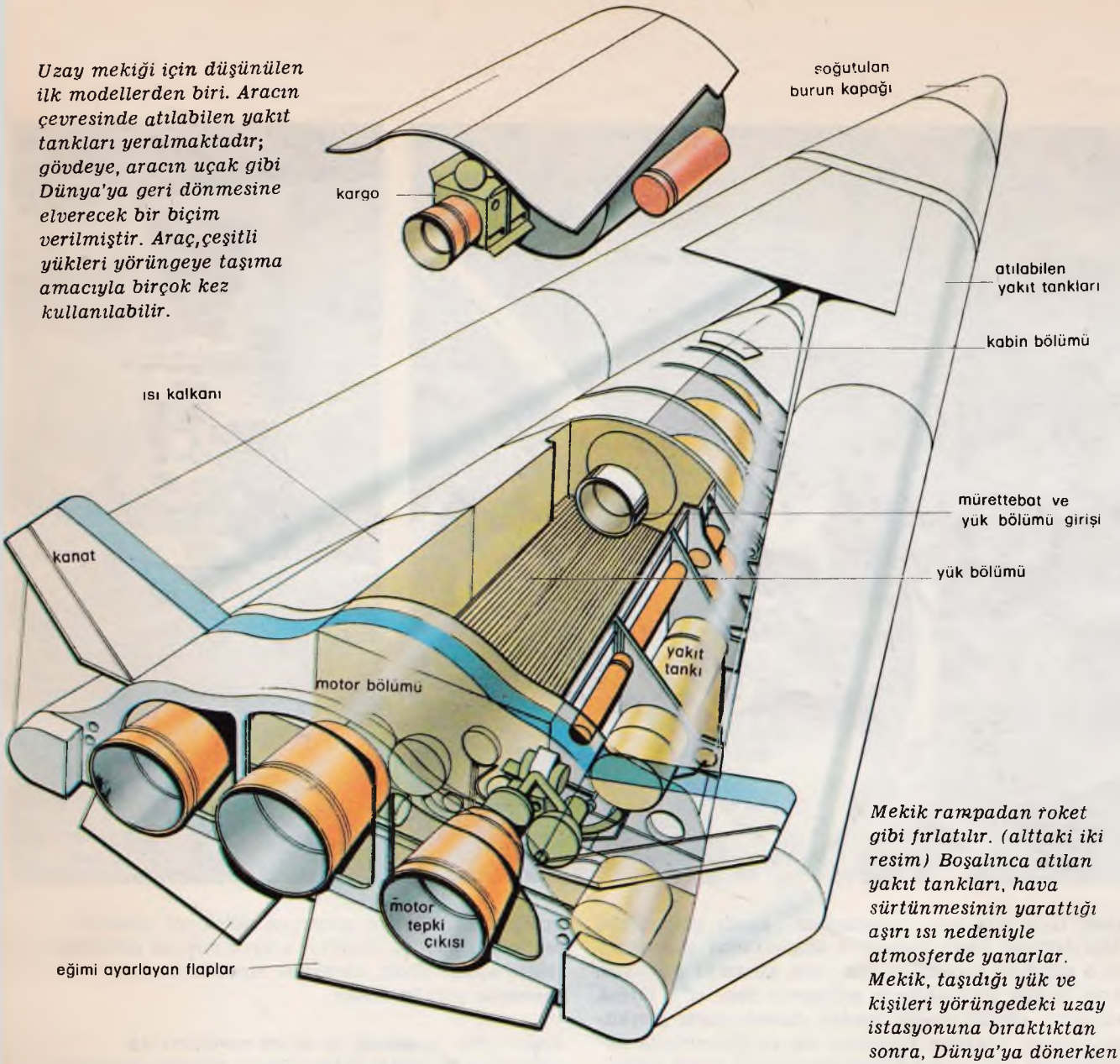
İlk uzay araçları: Günümüzde «uzay gemisi» terimi, Amerikan yapımı Mercury, Gemini ve Apollo ile Sovyet yapımı Vostok (Doğu), Voshod (Şafak) ve Soyuz (Birlik) adlı araçları hatırlatır. Birbirleriyle ancak mürettebat sayısı yönünden karşılaştırılabilen bu araçlar, bilimdeki ve yöntemlerdeki gelişmeye bağlı olarak, her biri, bir öncekinden daha üstün biçimde yapılmıştır.

Uzay çağının başlarında insansız uyduların gerçek önemi ve neler başarabilecekleri henüz bilinmediğinden, kendini uzay araştırmalarında anahtar olarak gören insan, hemen insanlı araçların geliştirilmesine geçti. S.S.C.B'nin ikinci Sputnik'i, uzaydaki yörüngeye bir köpek (Laika) taşıdı. 12 Nisan 1961'de Yuri Gagarin, Dünya'nın çevresinde bir kez dönerek, ilk insanlı uzay uçuşunu gerçekleştirdi. Bu deneyden sonra da uzaya beş köpek taşıyan yeni bir araç fırlatıldı. Bunu izleyen iki yıl içinde S.S.C.B. beş Vostok uçuşu yaptı. Bu uçuşların sonuncusunda (1975 yılında), uzaya çı-

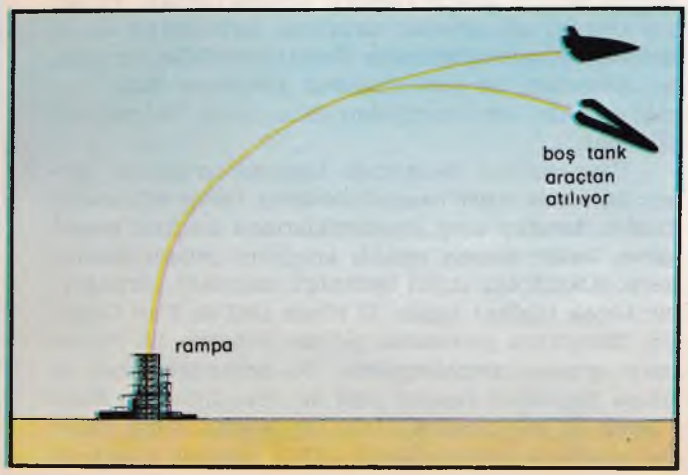
Apollo 9'un yörünge uçuşunun dördüncü gününde astronot David R. Scott'un aracın dışında çalışması. (üstte solda) Scott, kumanda modülünün açık kapısında görülmektedir.

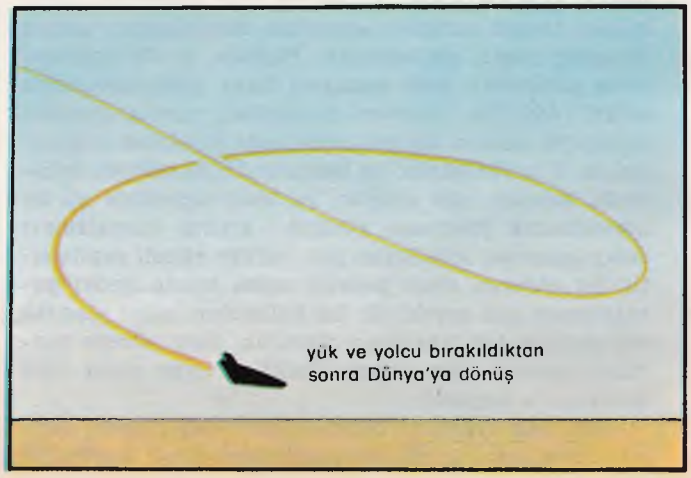
Apollo 15'in kumanda ve servis modülleri Ay yörüngesinde. (üstte sağda) Servis modülü aygıtlarının kapağı, bilimsel araştırmalar için açılmış durumdadır.

Uzay mekiği için düşünülen ilk modellerden biri. Aracın çevresinde atılabilen yakıt tankları yeralmaktadır; gövdeye, aracın uçak gibi Dünya'ya geri dönmesine elverecek bir biçim verilmiştir. Araç,çeşitli yükleri yörüngeye taşıma amacıyla birçok kez kullanılabilir.



Mekik rampadan roket gibi fırlatılır. (alttaki iki resim) Boşalınca atılan yakıt tankları, hava sürtünmesinin yarattığı aşırı ısı nedeniyle atmosferde yanarlar. Mekik, taşıdığı yük ve kişileri yörüngedeki uzay istasyonuna bıraktıktan sonra, Dünya'ya dönerken, atmosfere dar bir açıyla girer ve uçak gibi yatay iniş yapar.



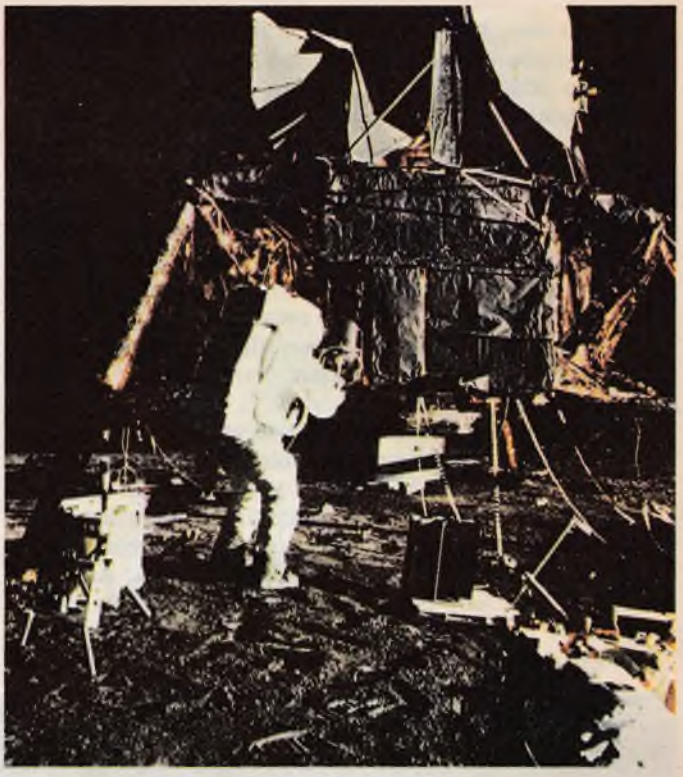


kan ilk ve tek kadın olan Valentina Tereşkova yeralmıştı.

Vostok, küresel bir geri dönüş kapsülü ve retromotor ile öteki sistemleri içeren silindir biçimli bir servis modülünden oluşuyordu. Yörüngeye oturma ve Dünya'ya geri dönme için gerekli temel sistemleri kapsayacak biçimde yapılmış olan bu araç, gücü on gün yetecek bir aküyle çalışıyor ve pilot kumandası için gerekli sistemlerle donatılmış olmasına karşılık, bütünüyle yerden yönetiliyordu.

A.B.D., hazırlık uçuşlarında ve insanlı yörüngealtı iki uçuştan önce yapılan Mercury denemelerinde şempanzelerden yararlandı. 20 Şubat 1962'de John Glenn'in ilk yörünge uçuşunu yapmasından hemen önce de, yörünge uçuşu bir kez şempanzeyle denendi. Bunu üç insanlı uçuş izledi.

Mercury, yalın, çan biçimli bir araçtı. A.B.D'nin öteki uzay araçları gibi dıştaki bir nikel karışımından, içtekiyse titanyumdan yapılmış iki kaplaması vardı. Kaplamalar seramik liflerle yalıtılmış, ısı kalkanı da cam elyafı ve reçine karışımıyla kaplanmıştı. Bütün sistemler kapsülün içinde yeralıyor, böylece A.B.D'nin



1969 Kasım'ında Apollo 12'nin Ay uçuşunda, astronotun, nükleer güçle çalışan bir reaktörü, Ay modülünün iniş merdiveni yanına yerleştirmesi. (üstte)

Ay'a ilk ayak basan kişileri taşıyan Apollo 11 ay modülü. (altta) Neil Armstrong 20 Temmuz 1969'da modülden çıkıp Ay'a ayak basmıştır.

o dönemde kısıtlı olan uzaya fırlatma gücü yüzünden aracın büyüklüğü ve ağırlığı azaltılıyordu. Geri tepme ısı kalkanına takılı, üç katı yakıtlı roketle sağlanıyordu.

İki uzay aracı arasındaki önemli farklardan biri, S.S.C.B. araçlarının dönüşte karaya inmelerine karşılık, A.B.D'nin geniş çaplı kurtarma operasyonları gerektiren suya inmeyi yeğlemesiydi (John Glenn için, 24 gemi ve 126 uçak kurtarma çalışmalarına katılmıştı). Bu özellik, daha sonraki araçların niteliklerini de belirledi. Son Apollo uçuşlarında geliştirilen teknikler, aracı karşılayan gemi ve uçak sayısını düşürdü. Suyun yavaşlatıcı etkisi olmadığından, Vostok inişlerinin oldukça sert gerçekleştiği düşünülebilir. İlk uzay uçuşu (Gagarin'inki) dışında, tüm inişlerde, araçtakiler, 7 000 metre yükseklikte FIRLATMA KOLTUĞU'ndan yararlanıyor ve yere araçla inmiyorlardı.

Vostok'lardan sonra S.S.C.B., Voshod'lara geçti. Bunların birincisinde üç, ikincisindeyse yalnızca iki kişi uzaya gitti. Voshod 1'de, fazladan iki kişilik yer açmak için, fırlatma koltuğu düzenekleri ile uzay giysilerinden vazgeçilmişti. Voshod 2'deyse, uzay yürüyüşü amaçlandığından, uzay giysileri ile basınç değiştirme odası gerekmiş ve bu yüzden iki kişilik mürettebatla yetinilmişti.

Apollo'nun Ay uçuşu için hazırlıklar, ilk Mercury uçuşundan bile önce başlamış, ama gerekli buluşma.

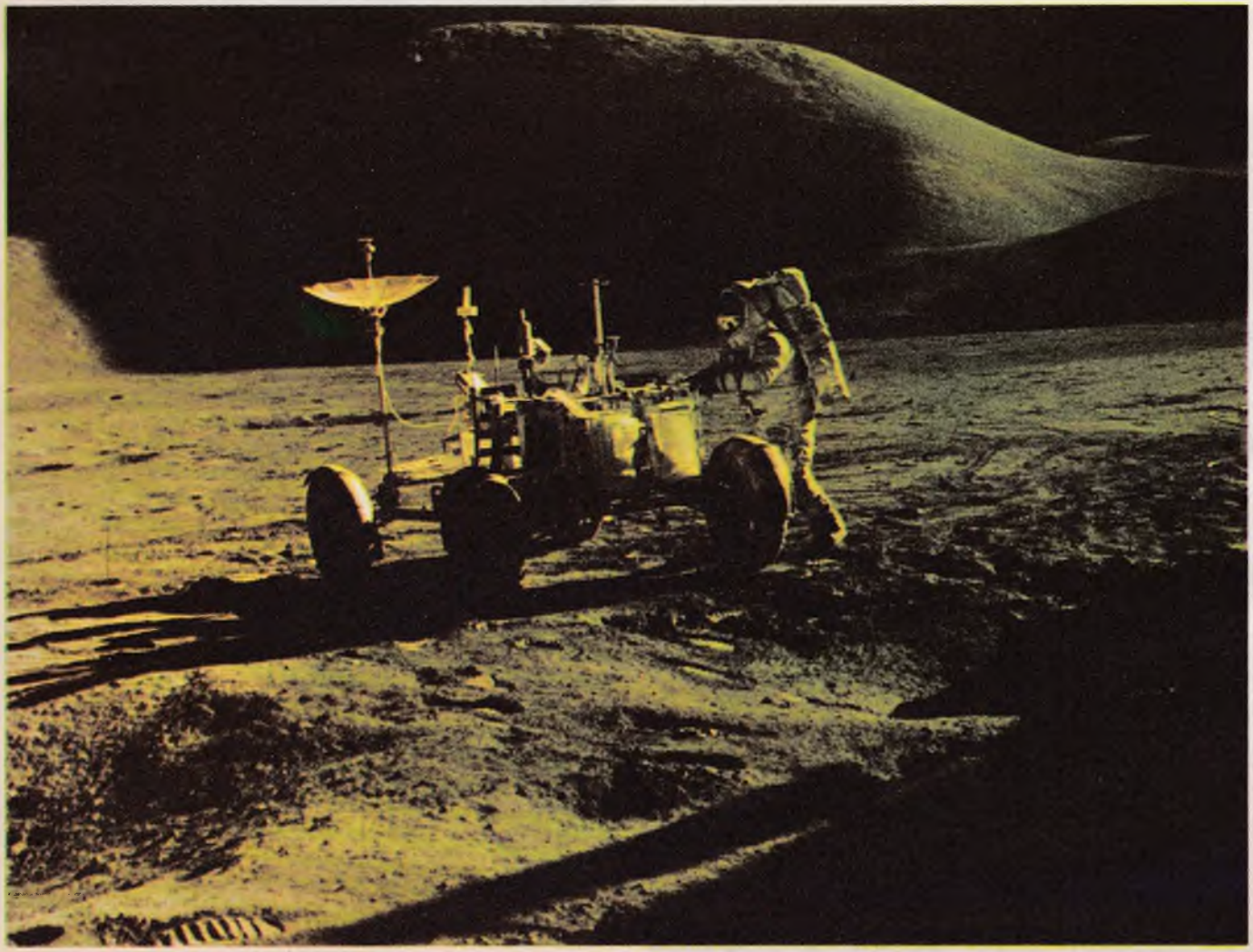
kenetlenme, uzun süreli yolculuk ve uzayda yürüyüş alanlarında deneyim elde etmek için, araya iki yıl süren ve ikişer kişilik on uçuştan oluşan Gemini programı sokulmuştu. Gerçekte, genişletilmiş ve geliştirilmiş bir tür Mercury projesi sayılan Gemini uygulamasında, bir ana geri dönüş modülü, bir de Ay modülü bulunuyordu. Aracın büyük bir bölümü titanyum ile magnezyumdan yapılmıştı. Gemini, uçuş planındaki değişikliklerin hesaplanmasına olanak veren bir bilgisayar taşıyan ilk uzay aracıydı. Kaçış kulesinin (kumanda modülünün üstünde yeralan ve tehlike halinde modülü taşıyıcı araçtan ayıran küçük bir roket) yerini fırlayan koltuklar aldığından, her astronot için ayrı çıkış kapakları yapılmıştı.

Soyuz: İlk kez Nisan 1967'de uzaya çıkan üç kişilik Soyuz'un başlangıçta Ay yolculuğu için planlandığı sanılmaktadır. Ama araç, yere çakılmış ve içinde bulunan Vladimir Komarov ölmüştür. Bu yüzden, Ay yolculuğu çalışmaları yerini, uzay istasyonları çalışmalarına bırakmış ve Ay ile ancak 1969'da, Amerikalıların Ay'a iniş hazırlıkları son halini aldığı zaman yeniden ilgilenilmiştir. Gemini türünden birçok uzay uçuşu sonunda, 1971 Nisan'ında ilk Salyut uzay istasyonu atılmış ve buna insan gönderilmiştir. Salyut ile aynı yılın Haziran ayında kenetlenen Soyuz 11 de, Dünya'ya dönüş sırasında bir kaza sonucu basıncın düşmesiyle, içinde bulunan Georgi Dobrovolosky, Viktor Patsayev ve Vladislav Volkov'un ölümlerine yolaçmıştır. Soyuz uçuşları bundan sonra da, Salyut'lar ile birlikte 1975'teki ünlü A.B.D. - S.S.C.B. uzay buluşmasına kadar sürmüştür.

Soyuz üç bölümden oluşur: Burunda küresel yörünge modülü; bunun arkasında yarım küre biçimindeki geri dönüş bölümü; arkada, üstünde bir çift 35 m boyunda güneş panosu bulunan silindir biçimli servis modülü. Yörünge modülünde çalışma, yemek ve uyuma için gerekli donanım vardır. Bölümün bir ana giriş deliği; bir de giriş modülüne bağlanan bir başka kapağı vardır. İkinci bağlantı, uzay yürüyüşleri için basınç değiştirme odası görevini de yapar.

Dönüş modülünde, bölümün biçimine uygun ola-

Apollo 15'in ay otomobili (1971) yanında James İrwin. (altta) Otomobil, 28 km dolaşıp, 76 kg'lık kaya ve toprak toplamıştır.



rak yelpaze gibi yerleştirilmiş üç koltuk bulunur. Bu bölümdeki ısı kalkanında, küçük, katı yakıtlı bir roket vardır. Roket, iniş sırasında, 1 metre yükseklikte çalışarak, inişin daha yumuşak olmasını sağlar. Servis modülünde, öteki sistemlerin yanı sıra, iki sıvı yakıtlı motor (biri yedek) ve 1 300 km yüksekliğe kadar gerekli manevraları gerçekleştirmeye yarayan yakıt bulunur.

Apollo: Apollo temelde, üç kişiyi Ay'a götürüp geri getirme amacıyla hazırlanmıştı. Paslanmaz çelikten iki kaplama arasına yerleştirilmiş petekli bir yapıdan oluşan koni biçimli kumanda modülünün ısı kalkanı bir tür reçineden yapılmıştır. Ucundaki uzantı, ay modülü ile bağlantı sağlandıktan sonra yerinden çıkabilir (modülün ilgili parçasıyla birlikte). Silindir biçimli servis modülünde, tüm manevralarda kullanılan 9 300 kg'lık itme gücü sağlayan ana motor yeralır. Motor ile roketlerin yakıtları ve gerekli oksijen ile hidrojen de, bu bölümde bulunur.

Apollo'nun ay modülü, aerodinamik niteliği olmayan ilk gerçek uzay aracıydı. Ana motor ile yakıtın yanı sıra, hava ve su tankları ile Ay yüzeyinde gerekli olan aygıtlar, sekizgen biçimindeki iniş bölümünde bulunuyordu. İniş bölümü, dönüş yolculuğu için gerekli olmadığından, Ay'da bırakılıyor ve çok yüzeyli uçuş modülünün atılmasında rampa görevi yapıyordu. İki kişilik kumanda kabini ile uzay aracına gerekli bütün sistemler de bu kabinde yeralıyordu.

Son üç Apollo uçuşunda, aracın kapasitesini genişleten değiştirilmiş uçuş araçları kullanıldı. Bunlarda, ana gemi servis modülünün bir bölümünde, Ay'ın yörüngesini denetleyen karmaşık bilimsel aygıtların yanı sıra, uçuşun uzaması halinde kullanılabilecek yedek depolar da bulunuyordu. Ay modülü, Ay'da üç gün kalabilecek biçimde geliştirilmiş ve kabin basıncını üç kez düzenleyebilecek biçimde yapılmıştı. Ayrıca araçta, bir de ay otomobili vardı.

Ay otomobili, astronotların, iniş alanı çevresini araştırmalarını sağlayan iki kişilik, katlanabilen bir araçtı. Aracın 36 voltluk aküleri, her tekerleğe bağlı motorlara 1 beygirgücü ve 90 km'lik bölge içinde saatte 14 km hız kazandırıyordu. EYLEMSİZLİKLE GÜDÜM sistemiyle donatılmış olan araçta, Dünya'dan kumanda edilen TV kamerası da vardı.

Gelecek: Bundan sonraki aşama, Dünya ile alçak bir yörünge arasında çeşitli görevlerle insanlı uçuşlar yapma amacıyla NASA tarafından tasarlanan uzay mekiğidir. Bu alanda S.S.C.B'nin de benzer bir araç geliştirdiği sanılmaktadır. Mekik, insanlı uzay uçuşlarında yeni bir dönemin başlangıcını simgelediğinden önemlidir.

Mekik, dikey olarak kalkan ve motorsuz iniş yapan bir uçağa benzer. Aracın üstü, ısıyı dağıtan bir tabaka yerine, birkaç kez kullanılabilen yeni bir seramik türüyle kaplanmıştır. Araç, sıvı yakıtlı üç motorunun gövdedeki dev depodan katı yakıt besleyicileri yardımıyla aldığı güçten yararlanarak havalanmaktadır. Bu besleyiciler, araç yükselince atılır. Yakıt deposu da, araç yörüngeye oturduktan sonra uzaya bırakılır. Yörünge üstündeki manevralar için, araç iki küçük motorla donatılmıştır.

Mekik gerçekte, bir tür yük taşıma aracıdır. 18,3 m × 4,6 m boyutlarındaki araç, 30 000 kg'lık yükü yörüngeye çıkarıp 18 000 kg'lık yükü Dünya'ya geri döndürecek biçimde yapılmıştır. Bu özelliği nedeniyle, hem uyduları yörüngelere yerleştirebilir, hem de uzaydaki uyduları onarım ya da yenileme amacıyla geri getirebilir. Mekikle, dört kişilik mürettebat ve dört yolcuyla uçuşlar yapılabileceğinden, bilim adamları uzay laboratuvarlarına götürülebilir.

Bundan sonraki aşama, mekiğe takılıp fırlatılan kalıcı uzay istasyonudur. Ayrıca, bazı aygıtların mekiğin ulaşabileceğinden daha uzağa atılmasını sağlayacak bir çekici roket de yapılmaktadır. Bu roket, sürekli olarak uzayda kalan ilk gerçek uzay gemisine dönüşebilir. Mali olanaklar yeni bir Ay yolculuğuna ya da Ay'da üs kurulmasına elverdiği zaman, roket, Ay'ı mekiğe ya da uzay istasyonunu Dünya'ya bağlayan bir araç olabilir.

Gezegenler arası uzay gemisi, şimdiden kuramsal bir gerçek halini almıştır. 1986 yılında insanlı bir Merih uçuşu gerçekleştirilmesi tasarlanmış, ama bu proje ertelenmiştir. İki yıl sürecek bu uçuşa, aynı yörünge üstünde yeralacak altışar kişilik iki uzay aracı katılacaktı. Araçlar dört dev tanktan oluşacak, bunların üçü, üç nükleer motorun yakıtını taşıyacak, ortadaki tank da mürettebatın bulunduğu bölmenin önü aracın inişini kolaylaştırmak için hafifçe yayvan biçimde yapılacaktı. Aracın boyu 82 metre, ağırlığıysa 730 ton olacaktı.

Dışta yeralan iki motor, aracı uzaya çıkardıktan sonra, araçtan ayrılıp yörüngeye dönecek, üçüncüsüyse yolculuk boyunca görev yapacaktı. Araçlar Merih'in yörüngesinde 80 gün kalacak, her araçtaki mürettebatın yarısı, gezegen üstünde 30 gün geçirecekti. Yakıt sorunu 290 günlük bir dönüş yolculuğu gerektiriyordu. Bu yolculuk sırasında Venüs'ün çekiminden yararlanarak aracı Dünya'ya döndürmek için, Dünya'nın yörüngesi çapraz olarak geçilecekti.

UZAY ARACI, İNSANSIZ

Uzay araçları, Ay'a ya da gezegenlere yapılan uzun yolculuklarda insanlara düşen görevleri yerine getirdiklerinden, en karmaşık robotlardan sayılabilirler. Dünya çevresinde bulunan bir UYDU'nun başlıca görevi bazı ölçümler yapıp fotoğraflar çekerek, bunları Dünya'ya göndermektir. Ayrıca uzay aracının, Dünya'dan çok uzaklarda duyarlı manevralar yapabilmesi gerekir. Ay'a, Merih'e, Venüs'e, Merkür'e, Jüpiter'e ve Satürn'e uzay araçları gönderilmiş, bunlar, söz konusu yerlerdeki koşulları incelemek için Güneş çevresinde yörüngeler çizmişlerdir.

Yapımı: Uzay araçları, gidecekleri yere ve yerine getirecekleri görevlere göre yapılırlar. Bütün uzay araçları ile uydularda, yalın bir taşıyıcı yapı bulunur. Deneyler ve yolculuk için gerekli sistemler, bu yapının çevresine yerleştirilir. Aynı sınıftan bütün uzay araçlarının, sözgelimi Merkür, Venüs ve Merih'e gönderilen Mariner'lerin temel özellikleri birbirine benzer.

Güneş yakınında enerji, sorun olmaktan çıkar.

Üstteki iki resim Mariner 10 tarafından çekilmiştir. Üstte soldaki resimde, Güneş'e yakın olduğu için, daha önce üstünde belirsiz gölgeler bulunan bir disk biçiminde görülebilen Merkür'ün fotoğrafı yeralmaktadır. Merkür'e doğru yol alırken Venüs'ün yakınından geçen Mariner 10, bu gezegenin de resimlerini çekmiştir. (üstte sağda) Venüs, bütünüyle bulutlarla kaplı olduğundan morötesi ışınlarla çekilen bu resimde, atmosfer hareketleri görülmektedir.

Güneş pilleri, birkaç yıl yeterli olacak miktarda elektrik üretebilirler. Buna karşılık, Merih'e ve daha uzağa gidecek olan araçların alabildiği güneş enerjisi çok düşüktür.

Jüpiter ile Satürn'e yollanmak için hazırlanan Pioneer tipi araçlarda, güneş pilleri kullanılmamıştır. Bunun nedeni, güneş enerjisinin Satürn çevresinde, Dünya çevresindekinin yaklaşık yüzde biri kadar olmasıdır. Bu yüzden Pioneer'ler, plütonyum-238 İZOTOP'unun radyoaktif bozunmasıyla ısı üreten, termonükleer jeneratörlerle donatılmıştır. Söz konusu jeneratörler, 130 watt güç sağlarlar. Ancak bu güç zamanla azalır.

Bilimsel aygıtları bu jeneratörlerden gelen ışınımdan koruma amacıyla, güç birimleri, aygıtların bulunduğu yerden dışarı doğru uzanan çubukların ucuna yerleştirilir. Uzay araçlarında, bilgi toplayan belirli aygıtların, sözgelimi MAGNETOMETRE'lerin, başka aygıtlardan etkilenmemesi için, bu türden taşıyıcı çubuklar kullanılır.

Uzay araçlarının bir başka belirgin özelliği de TELEMETRİ antenleridir. Vericilerin gücü genellikle çok düşük (birkaç watt kadar) olduğundan, vericiden en yüksek verimi sağlamak için, sinyallerin Dünya'ya dar bir demet halinde gönderilmesini sağlayan çukur ayna biçimli yansıtıcılar kullanılır. Pioneer 10 ve 11'de 2,7 metre çapındaki yansıtıcılar, bütün aracı kaplar. Asıl sinyal demetinin tam olarak Dünya'ya yönelmediği durumlarda sinyalleri göndermeye yarayan, düşük verimli bir «çubuk» anten de vardır. Çok zayıf olan bu sinyalleri algılamak için, Dünya'da dev alıcılar kullanılır.

Aracın, antenlerini ve öteki aygıtlarını belirli bir doğrultuya yöneltebilmesi için, *dengelenmesi* gerekir. Bu amaçla uzay araçlarında, *dönü dengelemesi*nden ve *üç eksenli dengelemeden* yararlanılır. Dönü dengelemesinde araç, uzaya gönderilmeden hemen önce rampada döndürülmeye başlanır. Böylece uzayda da CAYROSKOP gibi aynı doğrultuda dönmeyi sürdürür. Ancak, hızlı resimlerin çekilmesini ve farklı doğrultularda birkaç deneyin yapılmasını gerektiren durumlarda, bu yöntem elverişli değildir. Bu yüzden, uzay araçlarının çoğunda, üç eksenli dengeleme yöntemi

Ay yüzeyinin bu resmi (üstte), 1967 yılında, Ay'a 55 km kadar yaklaşan Orbiter 3 tarafından çekilmiştir.

Mariner 10 atılmadan önce. (sağda) Resimde güneş pilleri açıkça görülmektedir.

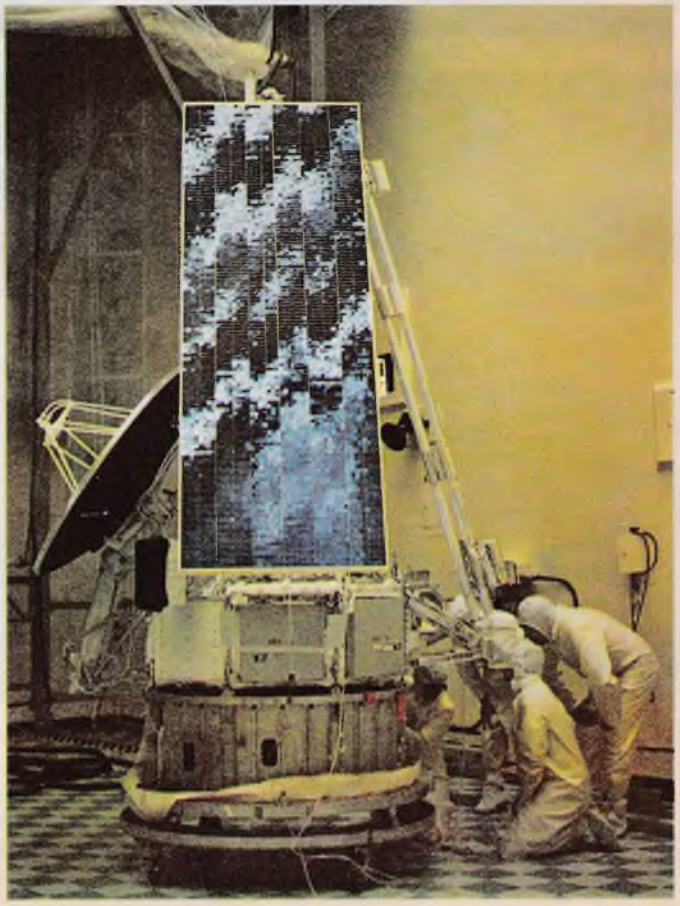
kullanılır. Bu yöntemde araç, konum ayarlayıcılarıyla belirli bir konumda tutulur. Konum ayarlayıcıların çalışması, aracın doğrultusunun tam olarak bilinmesine dayandığından, hedef olarak belirlenen cismin doğrultusunu algılayan güneş ve yıldız antenlerinden yararlanılır. Güneş, yakın uzaydaki en parlak cisim olduğundan, belirlenmesi çok kolaydır. Bunun dışında, Sirius'tan sonra en parlak yıldız olan Canopus, parlaklığı ve Güneş ile büyük bir açı yapması nedeniyle yararlı olabilir.

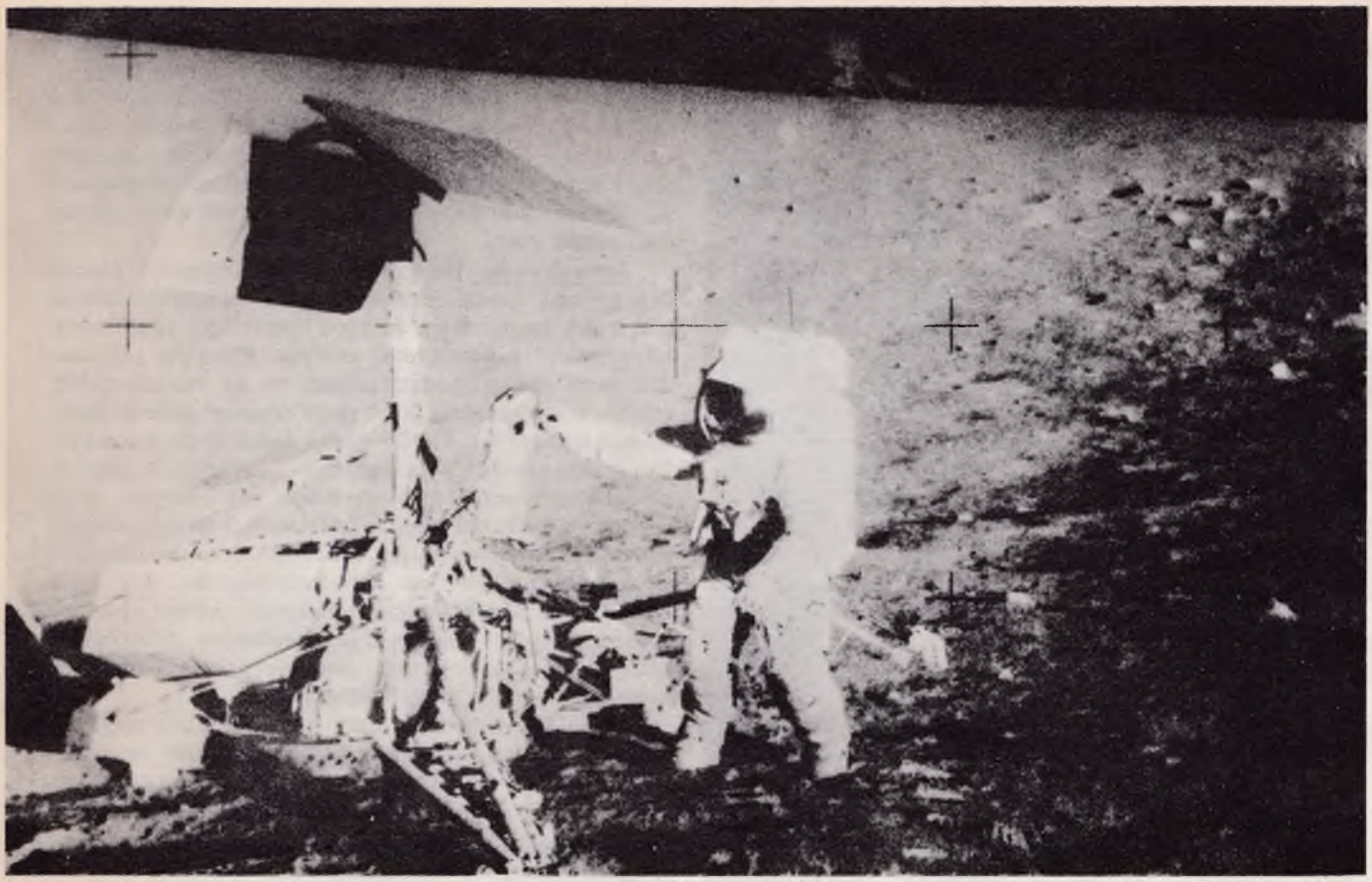
Gezegen çekimi gibi çeşitli etkiler, aracın konumunu etkileyebilir. Bu durumda konum ayarlamak için, gaz (genellikle azot) tepkili motorlar kullanılır. Gaz stokunun azalmasına yolaçmayan bir başka yöntem de, uzay aracının içine bir dizi *tepki volanı* yerleştirilmesidir. Bu volanlardan biri döndürüldüğü zaman, araç da yavaş yavaş ters yönde döner.

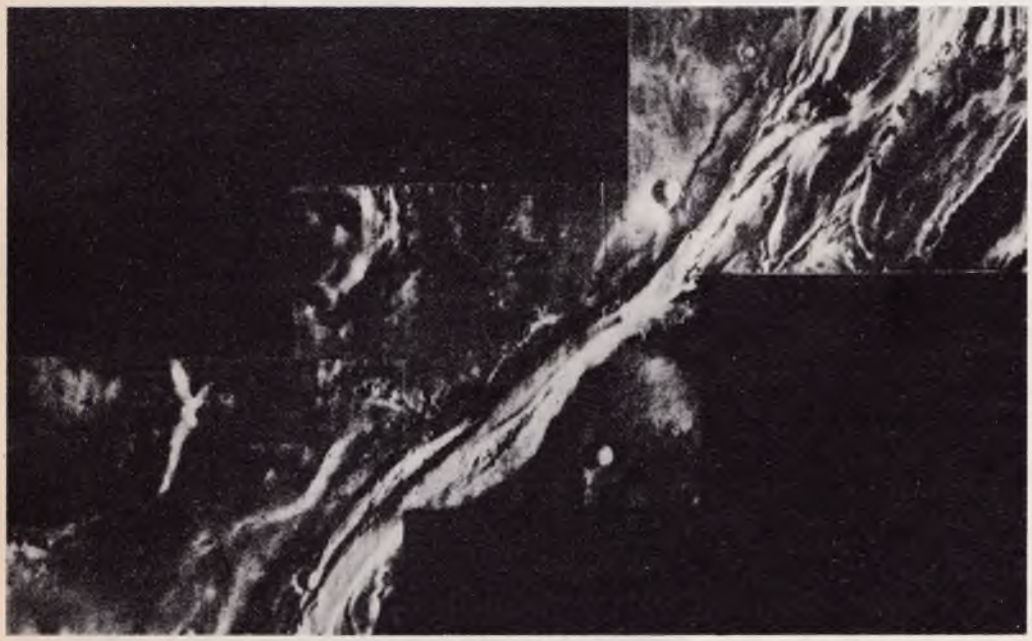
Aracın, konumunun yanı sıra, YÖRÜNGE'si ile uzayda izlediği yolun da zaman zaman düzeltilmesi gerekir. Uzayda bulunan bir araç, roketi ateşleninceye kadar, Güneş'in çevresinde KEPLER yasalarına uygun biçimde bir elips çizer. Yörüngeyi değiştiren roket durunca, araç yeni yörüngesinde hareketi sürdürür. Aracın yörüngesi bilindiği zaman, rota düzeltme manevraları duyarlı biçimde denetlenir ve dikkatli hesaplarla, tüm yolculuk boyunca yalnızca bir tek düzeltme işlemi yeterli olur.

İnen araçlar: Bazı uzay araçları gezegenin yanından geçmek ya da çevresinde bir yörüngeye oturmak için değil, gezegene ya da Ay'a inmek için yapılmıştır. İlk araçlardan bazılarına, gezegen yüzeyine çarpmadan önce yavaşlamadıklarından ya da yavaşlamaları yeterli olmadığından, *"sert inişli araçlar"* denirdi. Bunlardan Ranger'lar, hiç frenleme girişiminde bulunmadan resim çekerek Ay'a yaklaşıp, yüzeye çarpmışlardı. Luna 9 ve Luna 13 gibi araçlarsa, Ay yüzeyine iyice yaklaşıncaya kadar ters roketlerini ateşleyip, yüzeyin hemen üstünde roketleri durdurarak, aracı düşmeye bırakma yoluyla bir tür kaba iniş yaptılar. Top biçimindeki bir kapsülün içinde bulunan değerli aygıtlar, yere çarpmadan hemen önce kapsülden fırlatılarak, hem kırılmaları önlenmiş, hem de aracın biraz ötesinde yüzeye yerleşmeleri sağlanmıştı.

1966-1967 yıllarında Ay'a inen beş Surveyor aracında, daha ileri bir yöntemden yararlanıldı. Bu araçlarda, ana ters roket aracı yavaşlatırken, *verniye roketleri* aracın konumunu denetliyordu. Ana roket da-



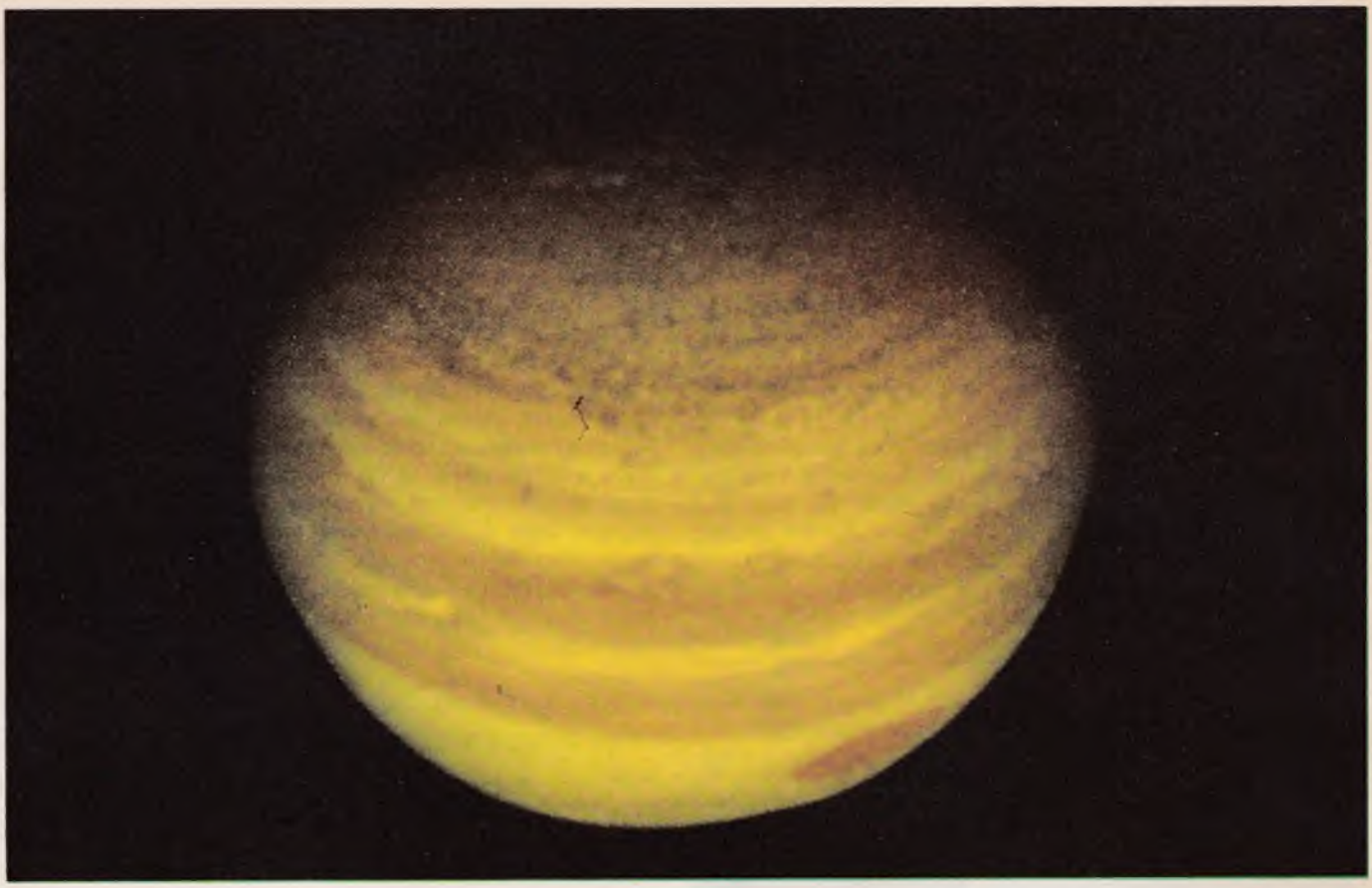




1967'de Ay'a inen Surveyor 3, insanlı uçuşlardan önce Dünya'ya 6 000'i aşkın resim gönderdi. (üstte) 1969 yılının Kasım ayında insanlı Apollo 12 modülü Surveyor'un 200 metre uzağına indi ve Ay'da 2,5 yıl geçiren araçtaki değişiklikler incelendi.

Mariner 9'un 1972 yılındaki yörünge uçuşundan önce Merih'in bütünüyle kuru olduğu düşünülüyordu. Aracın gönderdiği resimler (solda), gezegende bir zamanlar su bulunduğunu düşündürttü.

ha sonra atılıyor ve verniye roketleri aracın yumuşak iniş yapmasını sağlıyordu. Bu yöntemde en önemli parçaları, radarlı bir ALTİMETRE'ye bağlı olan otomatik denetim aygıtı ile Doppler ilkesine göre çalışan ve aracın yüzeyden yüksekliğini, hızını belirleyen hız algılayıcısı oluşturuyordu (bu işlemin yerden yönetilmesi, radyo sinyallerinin Ay'dan Dünya'ya gelip geri dönmesi için gereken iki buçuk saniyelik gecikme yüzünden güçtü). Daha sonraki araçlara (Luna 16 gibi) Ay yüzeyinden örnek toplamaya yarayan sondalar takıldı. Örnekler alındıktan sonra aracın üst parçası, alttaki parçayı rampa gibi kullanarak havalanıp, Dün-



Pioneer 11'in Jüpiter'den gönderdiği resimler bu gezegendeki sıcaklığa bağlı atmosfer hareketlerini göstermektedir. (üstte)

ya'ya dönüyordu.

Bir başka yenilik de, insansız ay otomobili Lunokhod'dur. Yumuşak iniş yapan araçlarla taşınan bu otomobiller, Ay yüzeyinde, Dünya'dan yönetilerek hareket eder. Lunokhod'lar, Ay toprağının çözümlenmesi için X ışını tayfölçeri, Dünya'ya aracın nereye gittiğini gösteren ve ayrıntılı resimler gönderen X ışınlı teleskoplar ve televizyon kameralarıyla donatılmıştır.

Ay'da atmosfer bulunmamasına karşılık, Merih'te ince, Venüs'te ise kalın bir atmosfer tabakası vardır. Bu atmosferlerden yararlanarak, aracı inişte yavaşlatmak ve böylece daha az yakıt tüketmek olasıdır. Sözgelimi, 1976 yılında Merih'e inen Viking adlı araç, roketle yavaşladıktan sonra, paraşütle alçalmakta, daha sonra gene roketler yardımıyla yere inmektedir. Son aşamada kullanılan roketlerin tepki ağızlarına, gezegen yüzeyinin aşındırılmaması için, çok sayıda delik açılmıştır. Aracın temel görevi, indiği bölgede yaşam izleri aramak olduğundan, bu önlem büyük önem taşır.

Venüs çevresinin yoğun bir atmosferle kaplı olması, ortaya önemli sorunlar çıkarır. Venüs yüzeyinde atmosfer basıncı, Dünya'dakinin 90 katı kadardır. Ayrıca, sıcaklık yaklaşık 475°C'tır ve çok güçlü atmosfer hareketleri vardır. Gönderilen araçlar yüzeye ulaşamadıklarından, her araç bir öncekinden daha yüksek basınca dayanacak biçimde yapılmış, en sonunda Venera 7, paraşütle çok sert bir iniş yapıp, 23 dakika süreyle çok zayıf sinyaller göndermeyi başarmıştır. Venera'nın inişinde roketle frenleme yapılmadığından, araç, bir sıcak gaz akımına kapılarak çarpmıştır.

Aygıtlar: Uzay araçları, hem gezegenlere giderken, hem de hedefe vardıktan sonra, Dünya'ya çeşitli bilgiler verirler. Araçlardan alınan bilgilere verilebilecek en iyi örnek, fotoğraflardır. Ama, sıcaklık, atmosfer basıncı ve bileşimi, toprak bileşimi, magnetik alan ve tanecik yoğunluğu gibi konularda da bilimsel ölçümler yapılmakta ve bunlar, sinyallere dönüştürülerek Dünya'ya gönderilmektedir.

Uzay araçlarında fotoğraflar, yalın televizyon kameralarıyla çekilmez. Ranger ve Surveyor araçlarında özel olarak yapılmış televizyon kameraları vardı. Bunlar, normal radyo istasyonlarının yayınladığı türden sürekli sinyaller göndermiyor, her resim kamera tüpünün ekranında kısa bir süre kalıyordu. Bu durumun nedenlerinden biri, kullanılan haberleşme kanalının *bant genişliği*ydi.

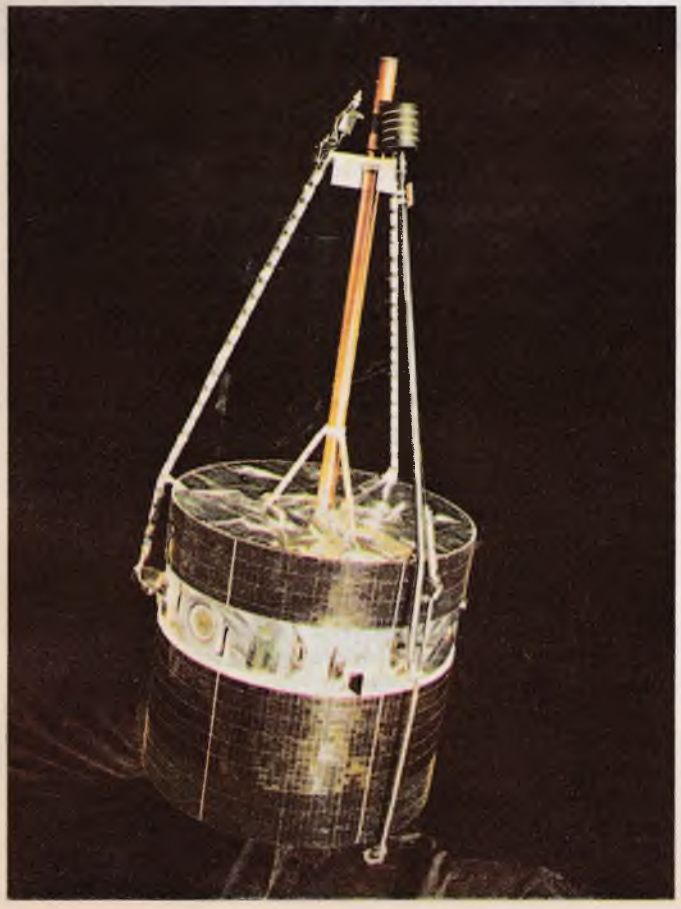
Bant genişliğinin yetersiz olması, aracın Dünya'dan uzaklığı ve güç kaynaklarının düşük enerjili olması, birçok değişik yöntemin uygulanmasına yolaçtı. Uzaydan alınan en üstün nitelikli fotoğraflar, insanlı

Apollo uçuşlarından önce Ay çevresinde yörüngeye oturan Orbiter adlı araçtan alınmıştı. Araçtaki bir çift kamera, gerçek resimler çekmiş, film kimyasal maddeler emdirilmiş bir başka filmle temas ettirilerek banyo edilmişti. Daha sonra, KATOT IŞINI TÜPÜ ekranında oluşturulan fotoğraf, televizyonda olduğu gibi hareketli ışık noktasıyla taranıyordu. Filmden geçen ışık miktarı, film üstündeki şekle göre değişiyor ve FOTOÇOĞALTICI TÜP'le algılanan bu değişiklikler, elektrik sinyallerine dönüştürülüp, Dünya'ya gönderiliyordu. Yeryüzünde bu sinyallerin birleşmesiyle oluşan fotoğraflar, film malzemesinin tanecikli yapısını bile ortaya koyacak kadar net ve ayrıntılıydı. Böylece Ay yüzeyinin aşağı yukarı tümü, büyük bir kesinlikle haritalanabildi.

Merih, Venüs ve Merkür'e gönderilen Mariner uzay araçlarında kamera çıkışını banda kaydeden aygıtlar vardı. Bu kayıtlar, sonradan daha düşük bir hızla yayınlanabiliyordu. Sözgelimi Mariner 9, bir yıl içinde, Merih'in 7 329 fotoğrafını gönderdi. Gerçekte, küçük birer teleskop olan iki kamera, yüzeyin renklerini ve polarmasını ölçmek için birçok filtreyle birlikte kullanıldı. Ayrıca, kameralarla aynı doğrultuda bulunan bir kızılaltı bulucu ya da *radyometre*yle fotoğrafı çekilen yüzeyin sıcaklığı da ölçüldü. Aynı biçimde, bir tayfölçerle (Bk. TAYFGÖRÜR VE TAYFÖLÇER) de, Merih atmosferinin başlıca bileşeni olan karbon dioksidin yolaçtığı kızılaltı soğurma gözlendi. Böylece, en çok karbon dioksidin gözlendiği, yani atmosferin en derin olduğu bölgeleri gösteren fotoğraflar ile belirli bölgelerde yüzey şekillerinin yüksekliğini belirleme amacıyla çekilen fotoğraflar arasında bağlantı kuruldu.

Jüpiter'e gönderilen dönü dengelemeli Pioneer 10 ve 11'de, aracın dönmesi normal resim çekilmesini güçleştirdiğinden, görüntüyü bir bulucuya yansıtan ve yavaş yavaş dönen bir aynayı gözleyen görüntüleme düzeneğinden yararlanıldı. Araç kendi ekseni çevresinde döndüğünden, televizyonda olduğu gibi satır tarama yöntemiyle tam bir resim oluşuyordu. Ama katot ışını tüpü ve başka televizyon aygıtları kullanılmıyordu. Her resmin oluşması 25-110 dakika sürüyordu. Ancak, sinyallerin çok büyük bir uzaklığı aşması gerektiğinden, resimlerin daha çabuk iletilmesi zaten olası değildir.

1965'te uzaya gönderilen Pioneer 6, gezegenler arasındaki bölgede, alan şiddeti ile tanecikleri araştırmak, Güneş'in durumu konusunda sürekli bilgi vermek için hazırlanmıştı. (altta)



UZAY İSTASYONU Bk. UZAY LABORATUVARI

UZAY LABORATUVARI

İnsanoğlunun uzay çalışmalarında yeni aşamalar yapabilmesi, Dünya çevresindeki yörüngelere laboratuvarlar yerleştirilip, bilim adamlarının buralarda araştırmalar yapmalarına bağlıdır.

A.B.D'nin Skylab uzay istasyonunda yapılan araştırmalar, yakında, her türlü katkıdan arınmış, son derece arı metallerin elektrik fırınlarında oluşturulmasına olanak veren «uzay fabrikaları» yapılacağını düşündürtmektedir. Yerçekimi bulunmayan bir ortamda, katı çeliğin birçok özelliğini taşıyan, son derece hafif, köpüklü çelik yapılabilir. Aynı yöntemle, metal ve cam ya da metal ve seramik gibi benzeşmeyen malzemeler de birleştirilebilir. Böylece elektronik endüstrisi için çok arı billurlar yapılabilir. Uzay laboratuvarının ağırlıksız ortamı, belirli hastalıkların tedavisinde kullanılan çok sayıda antikorun yapımı gibi özel biyolojik maddelerin arılaştırılması ya da çok arı aşıların hazırlanması gibi duyarlı yöntemler için de son derece elverişlidir.

Uzay laboratuvarları, evrenden Dünya'ya ulaşan ELEKTROMAGNETİK IŞINIM'ın incelenmesine olanak veren platformlar olarak da kullanılabilir. Söz konusu ışınımın büyük bir bölümü, atmosfer tarafından engellendiği için, Dünya'daki gözlemevlerine ulaşmaz. Skylab uzay laboratuvarındaki astronotlar, laboratuvardaki Apollo teleskopunu kullanarak Güneş'i (en yakın yıldız) ayrıntılı olarak incelemişlerdir.

Dünya yüzeyinin geniş tayflı fotoğraflarla incelenmesi, bilinmeyen maden yataklarının keşfedilme-

sine yolaçmıştır. Ormanların ve tarım bölgelerinin genel durumu, toprağın niteliği, nem içeriği ve hastalıkların yolaçtığı zararlar da bu yoldan incelenmiştir. Bu fotoğraflarda sağlıklı bitki örtüsü kırmızı ya da pembe, hastalıklı, güçsüz bitki örtüsüyse mavi-siyah renkte görülür.

Denizlerde sıcaklık dalgaları kaydedilebilmiş ve böylece balıkların beslendikleri sular belirlenmiştir. Uzay laboratuvarlarında, hava ve deniz kirlenmesi de geniş çapta araştırılmıştır.

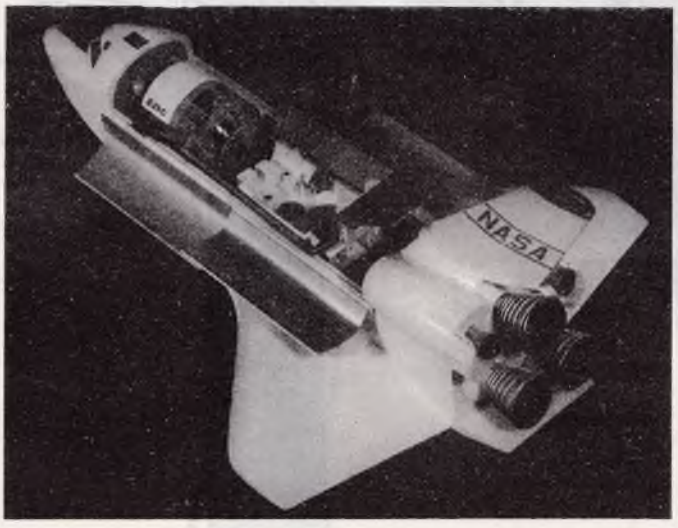
Uzay araçları: A.B.D'nin Skylab ve S.S.C.B'nin Salyut gibi uzay istasyonları, insansız olarak, büyük ROKET'lerle uzaya gönderilir. Uzun zaman çalışabilecek biçimde yapılan araçlarda, başka araçların kenetlenmesine olanak veren sistemler, basınçlı bölmeler, sıcaklık ayarlayıcı aygıtlar, aracın kararlı durmasını sağlayan CAYROSKOP'lar ve gerektiğinde konumu değiştirmede kullanılan gaz jetleri bulunur. Bütün bu sistemleri çalıştıran güç, güneş ışığından elektrik üreten, kanada benzeyen büyük güneş pili panolarınca sağlanır. Salyut, yörüngesi atmosfere yakın olduğundan, yörünge düzeltmeleri için bir roket motoruyla da donatılmıştır. Araç, hem içinden, hem uzaktan kumandalı olarak çalışabilir.

Uzay laboratuvarlarının bundan sonraki gelişmesi, Dünya ile laboratuvar arasında insan ve malzeme taşınmasında kullanılabilen uzay araçlarının yapılmasına bağlıdır. A.B.D'nin hazırladığı, dikine havalanıp uçak gibi Dünya'ya iniş yapabilen *uzay mekiği*, bu amaçla tasarlanmıştır. "Orbiter" adı verilen kanatlı araçta, dört astronot bulunur. Orta büyüklükteki bir uçak kadar olan araç, hem ağır yükler (30 ton) taşıyabilir, hem de laboratuvar olarak kullanılmaya elverişlidir.

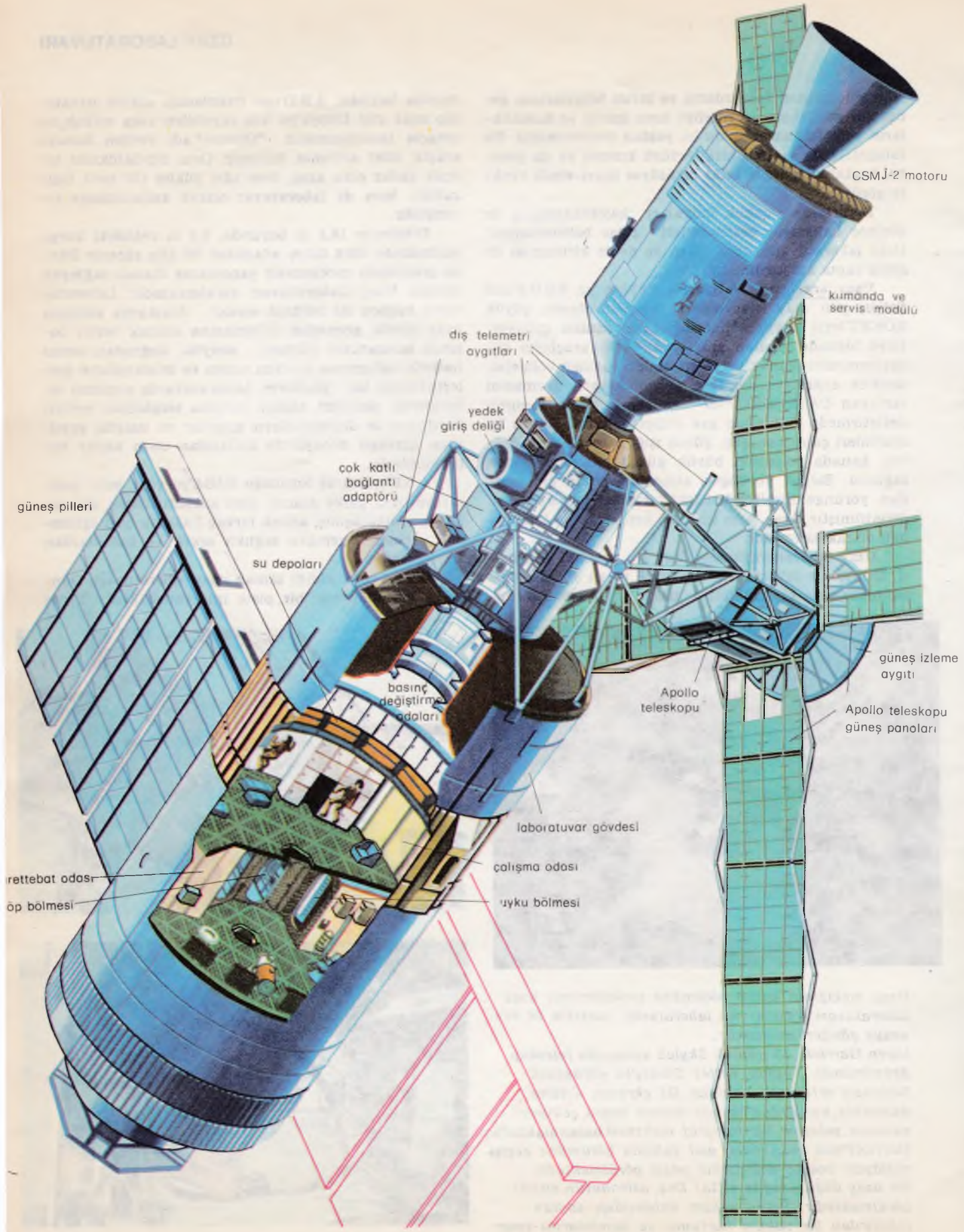
Orbiter'in 18,3 m boyunda, 4,6 m enindeki kargo bölümünde, dört bilim adamının 30 gün süreyle Dünya çevresinde incelemeler yapmasına olanak sağlayan Avrupa Uzay Laboratuvarı yeralmaktadır. Laboratuvarın başlıca iki bölümü vardır: Araştırma ekibinin uzay giysisi giymeden çalışmasına olanak veren basınçlı laboratuvar bölümü; uzayla doğrudan temas halinde bulunması gereken anten ve teleskopların yerleştirileceği bir platform. Laboratuvarda alışılmış laboratuvar gereçleri, aletler, çalışma tezgâhları, verileri kaydeden ve değerlendiren aygıtlar ve uzayda yapılması gereken deneylerde kullanılan uzun kollar bulunmaktadır.

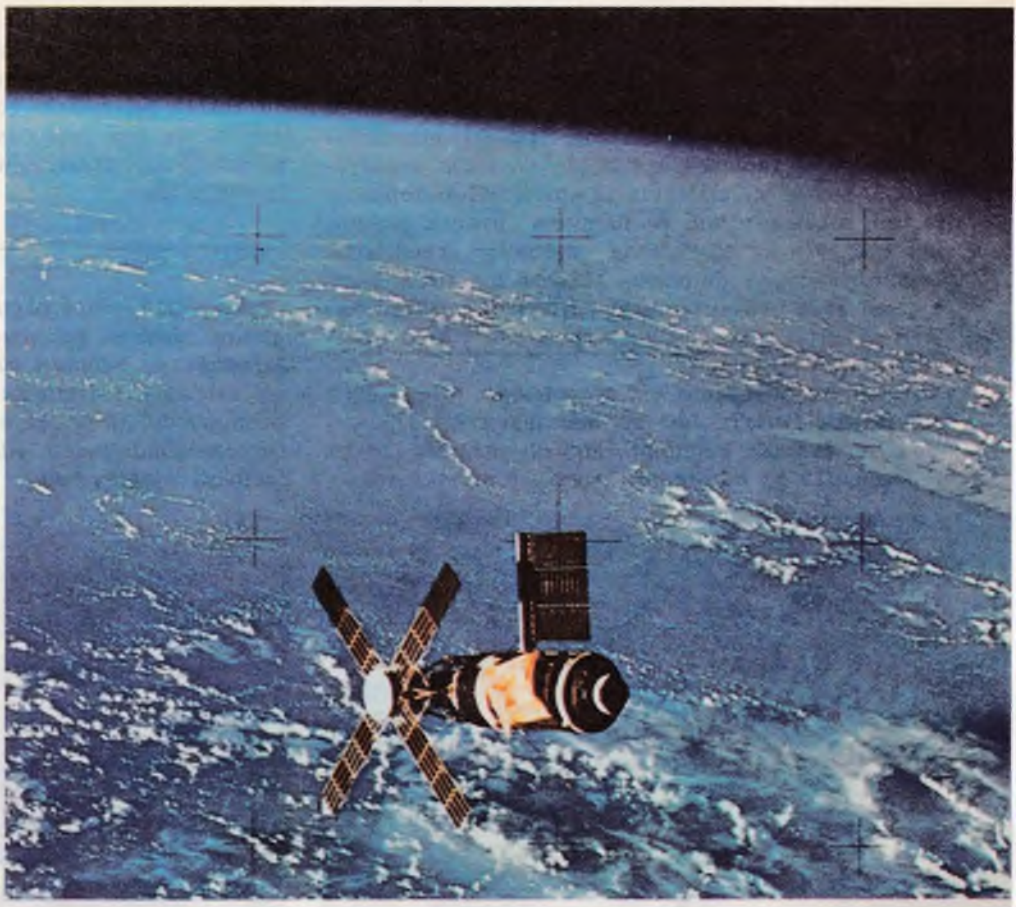
A.B.D'nin uzay kuruluşu NASA'ya göre, uzay laboratuvarında görev alacak olan araştırmacılar, alanlarında uzmanlaşmış, ancak birkaç haftalık özel eğitimden geçmeleri gereken sağlıklı erkek ve kadınlardan seçilecektir.

Görevi sona erdiği zaman uzay laboratuvarı, Dünya'ya geri dönerek, bir piste iniş yapacaktır. Yerde



Uzay mekiğinin kargo bölümüne yerleştirilmiş uzay laboratuvarı. (üstte) Bu laboratuvar, mekikle 50 kez uzaya gönderilebilecektir.
Owen Garriott, 59 günlük Skylab uçuşunda teleskop denetiminde. (sağda üstte) Güneş'in görüntüsü tablonun ortasında bulunan iki ekranın üstüne düşmekte, bunlardan birinde hemen resim çekmeye yarayan polaroid bir fotoğraf makinası bulunmaktadır. Garriott'nun arkasında, asıl çalışma bölümüne geçişi sağlayan basınç değiştirme odası görülmektedir.
Bir uzay duşu. (sağda altta) Duş, astronotun elinde görülmektedir. Perde yukarı kaldırıldığı zaman çalıştırılan bir vakum hortumu, su damlalarını emer.


CSMJ-2 motoru
kumanda ve servis modülü
dış telemetri aygıtları
yedek giriş deliği
çok katlı bağlantı adaptörü
güneş pilleri
su depoları
basınç değiştirme odaları
Apollo teleskopu
güneş izleme aygıtı
Apollo teleskopu güneş panoları
laboratuvar gövdesi
çalışma odası
uyku bölmesi
rettebat odası
öp bölmesi



Resimde görülen (sağda) Skylab uzay laboratuvarı, Güneş · 'ten koruyucu kaplamalarından birini yitirmesine karşılık, görevinde çok başarılı olmuştu.

Skylab kumanda ve servis modülü. (solda) Koni biçimli kumanda modülü, Dünya'ya dönen tek parçadır. Satürn V roketinin üçüncü kademesine yerleştirilen 14,6 × 6,7 m boyutlarındaki laboratuvar, gerçekte, sonradan vazgeçilen bir Ay yolculuğu için tasarlanmıştı. Apollo teleskopu, uzaya atılma işlemi sırasında güneş panoları katlanmış olarak, üçüncü kademeye yerleştirilmişti. Sonradan, dışa doğru açılarak, kumanda ve servis modülünün çalışma bölümüyle birleşmesini sağladı.

(Orbiter yeni bir uçuşa hazırlanırken) laboratuvar araçtan çıkarılıp, yerine başka deneylere göre hazırlanmış yeni bir laboratuvar yerleştirilebilir.

Uzay laboratuvarı dışında, hazır modüllerin taşınmasıyla da büyük uzay istasyonları oluşturulabilir. Bu modüller, parça parça mekiklerle uzaya taşınıp, orada birleştirilebilir.

UZUN MENZİLLİ TOP

Atış menzilleri 30 km'den fazla olan ilk uzun menzilli ATEŞLİ SİLAHLAR. Birinci Dünya savaşında yapılmıştır. Bu uzunlukta menzillere erişebilmek için namluların çok yüksek basınçlara dayanması gerekiyor ve bu nedenle top ağır oluyordu. Ayrıca, topların, geri tepmeli silahtaki çok büyük enerjiden hasar görmeyecek, büyük, ağır kundaklar ve sistemlerle donatılmaları gerekiyordu. Bu ağır silahlar, bir yerden bir yere götürülmeleri çok zor olduğundan, genellikle trenlere monte ediliyordu.

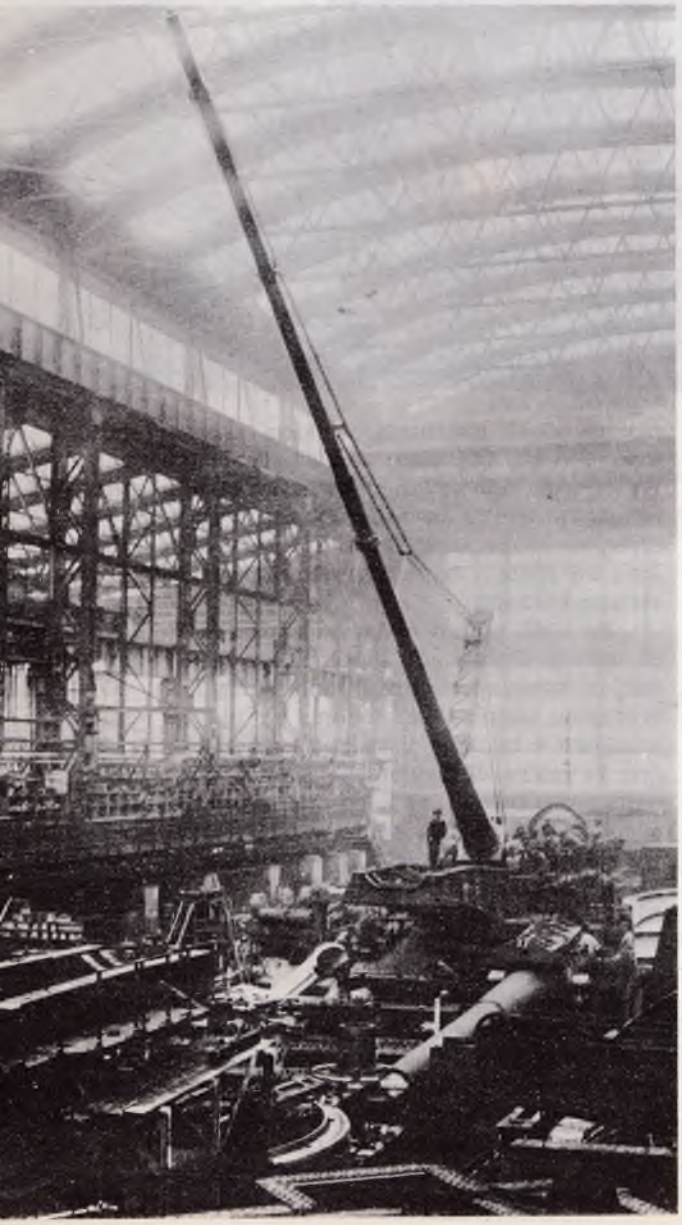
Birinci Dünya savaşı: Fransız ordusunda 1915-1918 yılları arasında, tren platformlarına monte edilmiş uzun menzilli toplar kullanıldı ve Schneider firmasınca gemiler ile istihkâmlarda kullanılacak toplara yalın kutu biçiminde kundaklar yapıldı. Bu top arabaları ya da kundakları, vagonlara yerleştirilen raylar üstünde istenen yöne döndürülebiliyordu. Atışla geri tepen topun tekerlekli platformu, yeniden eski konumuna getirilmekteydi. İngilizler, 23,4 cm deniz topu için ayrı bir kundak tipi kullanmışlardı. Bu silahta eğimli bir rampa vardı. Top, bu rampada yukarıya doğru geri tepiyor ve sonra kendiliğinden eski yerine geliyordu. Ama bu yöntem de, yeterli yükselti vermediğinden elverişsiz bulundu.

En etkili topları Almanlar yapmıştır. Bu silahların en ünlüsü «Paris» adlı toptu. Silah, 1916 yılında Verdun'un bombardımanında kullanılmış olan «Max E» demiryolu topunun geliştirilmiş bir tipiydi. Namlunun uzunluğu 6 m daha uzatılmış ve namlu çapı, 36 cm' den 24 cm'ye düşürülmüştü. Namlu, atış sırasındaki namlu ağzı titreşimine karşı desteklenmişti. Namlu hızı çok yüksek olan bu top, mermisini, hava direncinin çok düşük olduğu stratosfere ulaştırıyor, yani 130 km' lik bir mesafeye atış yapabiliyordu (Bk. ATIŞ TEKNİKLERİ). Ne var ki, bu yolla atılan mermiler, beklendiği kadar etkili olmadı. Yüksek namlu hızının sağlanması için kullanılan büyük barut hakkı, namlu içinde aşınmaya yolaçıyor ve mermi yatağı her atışta biraz daha genişlediği için, barut hakkının artırılması gerekiyordu. Namlu çapının sürekli genişlemesi nedeniyle, namluya sürülen her yeni merminin sürme bandı (merminin namlu içine iyi oturmasını sağlayan, mermi çevresine takılan yumuşak metalden bir halka) da bir öncekinden daha geniş çaplı olmaktaydı

İkinci Dünya savaşı: Bu savaşta da Almanlar, u-

zun menzilli demiryolu topları yapımını sürdürdüler. 21 cm'lik «K-12» topunun namlu uzunluğu 32 m, ağırlığı da 98 tondu. En büyük atış menzili 150 km olan bu top, bilindiği kadarıyla yalnızca 1940 yılında, Manş Denizi'nin Avrupa kıyılarından İngiltere'nin Dover bölgesine atış yapmada kullanıldı. En etkili demiryolu topu, büyük bir olasılıkla 28 cm'lik «K-5» topuydu. Bu top, roket yardımlı ve namluya uyacak biçimde yivli olan 250 kg ağırlığında mermiler atmaktaydı. Merminin ucunda dumansız barutlu bir roket vardı ve tepki gazı, mermi içindeki patlayıcının ortasından geçip arkaya uzanan bir boruyla dışarı atılıyordu. Roket, mermi en yüksek noktasına çıktığında ateşlenerek, atış menzilini 85 km kadar uzatıyordu. Ama mermi, roketli mermilerin çoğunda olduğu gibi, pek etkili değildi. Bu top, Anzio'daki Müttefik hatlarının bombardımanında kullanılmış ve «Anzio Annie» diye adlandırılmıştı.

«Paris» topu, yapımının son aşamasında. (altta) Bu top, 1918'de Paris'in 100 km mesafeden bombardımanında kullanıldı. Menzili yaklaşık 130 km olan top, 120 kg ağırlığında mermiler atmaktaydı .



«V3» ten daha önce yapılmış bir çok mermi yataklı Alman topunun kalıntısı. (altta) Mermi, yan mermi yataklarında bulunan patlayıcıların bir biri ardına patlamasıyla, bölmeli namluda ilerlerken hız kazanıyordu. Ne var ki, bu namlu, birkaç atıştan sonra parçalanabildiğinden, silahın kullanımı oldukça tehlikeli olabiliyordu.

175 mm'lik bir A.B.D. «M-107» topu. (sağda) Namlunun hareketi ve doldurulması motorlu mekanizmalar tarafından yapıldığından, bu topun ekibi en az sayıda tutulmakta ve top, nükleer mermi de atabilmektedir.

Bugüne kadar yapılmış olan demiryolu toplarının en büyüğü, büyük bir olasılıkla, 1937 yılında geliştirilen, 4 tonluk yüksek patlayıcılı mermileri 47 km'ye atan, 80 cm çaplı Krupp topuydu. Bu topun ağırlığı 1 350 tondu ve demiryolunu döşeyen askerlerle birlikte, kullanımında 1 420 kişilik bir ekip çalışmaktaydı. Bu dev silah, Sivastopol'da ve 1944'te Varşova'da kullanıldı.

«V3»: İkinci Dünya savaşının sonlarına doğru geliştirilen bir uzun menzilli silah sistemi de, bir tür çok mermi yataklı top olan «V3»tü. Birden çok mermi yataklı toplar daha önce de yapılmıştı. Condors tarafından geliştirilen «V3»ün daha önceki örneklerden tek farkı, büyüklüğüydü. Temel fikir çok yalındı: Bir ana patlayıcı, mermiyi harekete geçiriyor ve mermi, namlunun içinden geçerken bir dizi patlayıcı yatağını açıp, barut gazının etkisiyle patlatıyordu. Böylece, merminin hızı, namlu ağzından çıkana kadar sürekli olarak artıyordu.

Condors, namlunun iki yanına dizilmiş 28 ek patlayıcı yuvası düşünmüş ve bunların patlamalarıyla merminin, namlu ağzından çıkarken 1 500 m/saniyelik bir hıza erişebileceğini planlamıştı. Bu namlu hızıyla, yaklaşık 320 km'lik bir atış menzili sağlanacaktı. Yapılan ilk modeller oldukça iyi çalıştı.

İkinci Dünya savaşından sonra A.B.D'nde yapılan ve bir top arabasıyla taşınan 280 mm'lik «M-65» topu, atom mermisi atardı. En korkunç ve öldürücü uzun menzilli top diye tanımlandı. Ama, bağımsız uçan roketlerin ortaya çıkmasından sonra, uzun menzilli toplar kullanılmaz oldu.

Ü

ÜÇ BOYUTLU GÖRÜNTÜLER Bk. HOLOGRAFİ; TAYFÖLÇÜMÜ

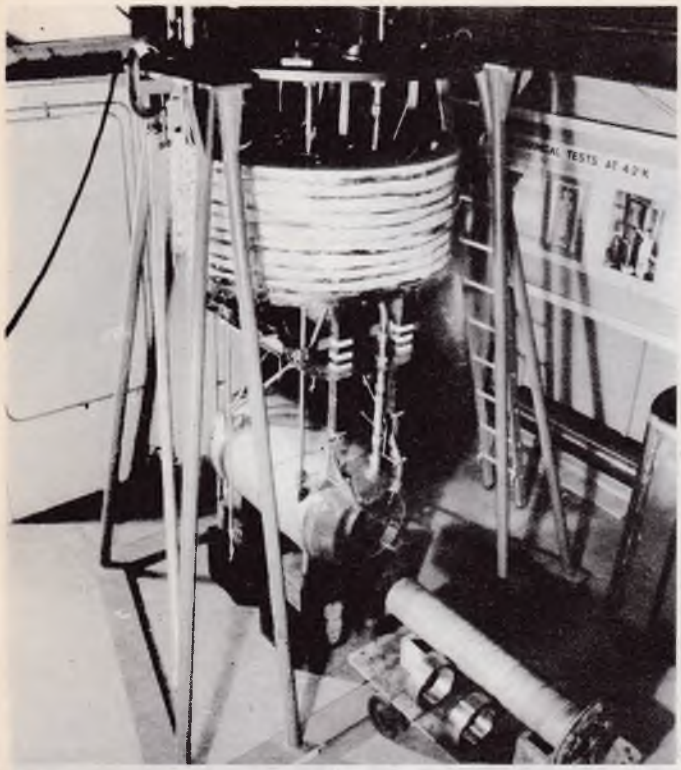
ÜLTRASONİK DALGALAR Bk. SESÖTESİ DALGALAR

ÜLTRAVİYOLE LAMBASI Bk. MORÖTESİ LAMBASI

ÜRETEÇ Bk. DİNAMO

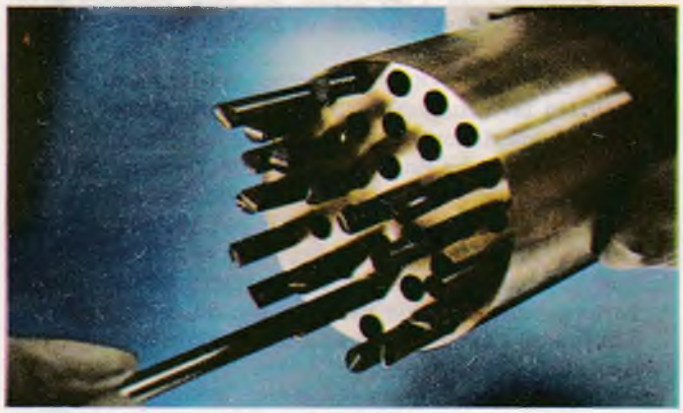
ÜSTÜN İLETKENLİK

*Üstün iletkenlik, mutlak sıfır*a 25 dereceden daha yakın sıcaklıklarda kendini gösteren bir olaydır (Bk. SICAKLIK). *Geçiş sıcaklığı* (T_c) denilen sıcaklıklarda, madde içindeki bütün elektrik direnci ortadan kalkar. Bu sıcaklık düzeyinin üstünde, üstün iletkenlerin özelliği de öteki metallerinkine benzer. Buna, «*normal hal*»



Tanecik hızlandırıcılarında kullanılmak için yapılmış üstün iletkenlerden bir örnek. (solda) Bir tür zamk içine döşenen bobin, dört çift tabakadan oluşur. Resimde, sistemin demir yuva içine yerleştirilmeden önceki hali görülmektedir. Niyobyum-titanyum üstün iletkenleri, 4,5 teslaya kadar, magnetik akı yoğunluğu oluşturabilirler.

Çok telli bir üstün iletken. (altta) Niyobyum çubukları bronz gövde içine yerleştirilmekte ve 18°K'nin altında iyi bir üstün iletken olan niyobyum-kalay alaşımı sağlamak için ısıtma işleminden geçirilmektedir.



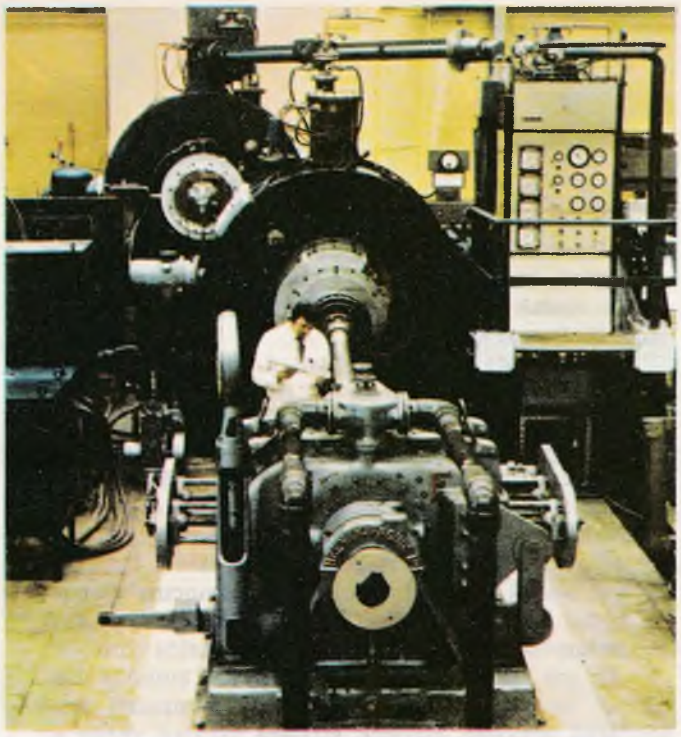
denir. Geçiş sıcaklığının altındaysa, «*üstün iletkenlik hali*»nden söz edilir. Sıcaklık T_c'nin altına düştüğünde direnç ortadan kalktığı için, malzemeden geçen elektrik akımları ısı üretmezler. Bu, üstün iletkenlerin hiç ENERJİ yitimine neden olmadan büyük miktarda akım iletebileceğini gösterdiğinden, önemli bir sonuçtur (Bk. İLETİM, elektriksel).

Üstün iletkenlik, 1911'de Kamerlingh Onnes tarafından bulundu ve temel özelliklerinin ideal olduğu düşünüldü. Ancak, 1933'te Meissner, üstün iletkenliğin, güçlü magnetik alan uygulandığında bozulabildiğini ortaya koydu ve *kritik alan* (H_C) değeri altında, magnetik akının üstün iletken malzemeden uzaklaştığını gösterdi. Başka bir deyişle, üstün iletkenler, kritik bir sıcaklık ve magnetik alan içinde, *ideal diamagnetik* malzeme halini de alıyorlardı. Kritik magnetik alanın bir sonucu olarak, üstün iletkenden geçen en büyük akım sınırlı kalmaktadır; çünkü elektrik akımıyla birlikte bulunan magnetik alan, yavaş yavaş üstün iletkeni normal hale getirmektedir. Bununla birlikte, bir milyon amper/cm²'ye yaklaşan akımlar, düşük magnetik alanlarda, bazı üstün iletken maddeler tarafından iletilebilmektedir. Ayrıca, sıcaklık düştükçe, üstün iletkenin kritik alan değeri artar ve bu cisimler, kritik sıcaklık T_C'nin çok altındaki sıcaklıklarda da kullanılabilirler.

Üstün iletkenler bulunduktan sonra, bunların özellikleri, çeşitli yollardan açıklanmaya çalışıldı. Bazı maddelerin üstün iletken olup, bazılarının olmamasını açıklamak için yapılan araştırmalar 1951'de sonuçlandı. Amerikalı bilim adamları Bardeen, Cooper ve Schrieffer, geliştirdikleri kuramla Nobel ödülünü kazandılar. Bu kurama göre anahtar görevi, ELEKTRON'lar üstleniyordu. Üstün iletkende bir araya gelen elektron çiftleri birbirlerini itme özelliği (aynı yükte olduklarından) göstermiyorlardı. «*Foton*»denen elektron çiftleri, madde içinde titreşen atomlar ile elektronlar arasındaki çok karmaşık bir etkileşim yoluyla gerçekleşiyordu. Elektron çiftlerini bozup yeniden olağan elektron haline dönüştürmek için gereken enerjiyi, yukarda açıklanan T_C ve H_C parametreleri belirlemekteydi. Üstün iletkenlerin öteki özelliklerinin çoğu da bu kuramla açıklanabiliyordu.

Halka biçimli bir örneğe sürekli akım uygulayarak, üstün iletkenlerin sonlu bir direnci olup olmadığını saptamak için de çalışmalar yapılmıştır. Deneyi gerçekleştirmek için halka, dik doğrultuda bir magnetik alan içine sokulup, alan sıfıra düşürülerek madde normal hale sokulmuştur. Böyle bir işlemde, indüksiyon kurallarına göre, halka içinde dairesel dolanımlı akımlar ortaya çıkar. Bu durumda herhangi bir direncin bulunması, akımı apansız düşürür. Oysa, GALVANOMETRE teknikleriyle yapılan deneyler, bu tür akımların iki yıla yakın sürebileceğini göstermiştir. Bu tür deneyler, üstün iletken direncinin sıfır olmasa da, ölçülemeyecek kadar küçük (10^{-25} ohm-metreden az) olduğunu göstermiştir.

Üstün iletken maddeler: PERYODİK ÇİZELGE'deki 27 element ve yaklaşık 2 000 ALAŞIM, 23°K'lik (−250°C) geçiş sıcaklıklarında üstün iletkenlik özelliği gösterirler. Ama bunların yalnızca birkaç tanesi pratik önem taşır. Ötekiler, kritik sıcaklıkları ve kritik alanları oldukça küçük olduğundan, küçük akımlarda normal maddeler gibi davranırlar. 1961'de A.B.D'ndeki Bell laboratuvarındaki araştırıcılarca «II. tip üstün iletkenler» adı verilen yeni bir grup alaşım bulunmuştur. Bu maddeler, çok yüksek magnetik alanlarda çok yüksek akımlar taşıyabilirler. Bunların kritik alanları



Üstün iletkenli DC jeneratörü ile motoru kullanan bir tahrik birimi. (üstte) Motor, Faraday diskine benzeyen tek kutuplu bir aygıttır. Bozucu Foucault akımları elenmiştir.

alaşımı oluşturan bileşenlerin türüne bağlıdır; ama uygun bir madde ve ısı işlemleri kullanılırsa, kritik akım miktarı aşırı derecede artırılabilir. Bunun nedeni, malzeme içinde «dislokasyon»ların ya da malzeme içinde çökelmelerin oluşturulması ve böylece magnetik akının hareketinin önlenebilmesidir. Ayrıca, akım ile magnetik alan arasında bulunan ve birbirine karşıt çalışan kuvvetlerin de önüne geçilebilmektedir. Akımın bir magnetik alana dik olması halinde ortaya çıkan *Lorentz kuvveti*, hem akıma, hem de magnetik alana diktir (Bk. ELEKTROMAGNETİZMA). Bu sınıftan en önemli alaşımlar, niyobyumdan elde edilmektedir. Niyobyum, geçiş sıcaklığı ve kritik alan değeri en yüksek elementtir ($T_c = 9{,}2°K$ ve kritik akı yoğunluğu = 0,2 tesla). Niyobyum ve zirkonyum alaşımından oluşturulan malzeme, günümüzde yerini, niyobyum-titanyum alaşımına bırakmıştır. Niyobyum - titanyum alaşımının yapımı ve işlenmesi çok daha kolaydır. Ticari imalatta alaşım, ince, burulmuş teller biçiminde üretilir ve ısı üretimi sırasında üstün iletkeni kararlı tutması için bakır kılıf içine yerleştirilir.

Niyobyum gibi üstün iletken malzemelerden bazıları çok gevrektir. Bu yüzden, hem işlenmeleri zor olur, hem de bileşimlerindeki çok küçük değişmelere bile çok duyarlı olurlar. Uygun biçimde üretilebilmeleri, ancak fizikçiler, metalürjistler ve mühendislerin işbirliğiyle gerçekleştirilebilmiştir. Niyobyum-kalay alaşımlarını üretmek için uygun teknikler geliştirilmiştir, ama geçiş sıcaklığı 23°K olan niyobyum-alüminyum-germanyum alaşımları yapımı çalışmaları henüz sonuçlanmamıştır.

Uygulamalar: Günümüzde üstün iletkenlerin en önemli uygulanma yeri, çok yüksek magnetik alanların elde edilişidir. Tel biçimine sokulan üstün iletken, SOLENOİT halinde sarılır ve bir *kriostat* içine monte edilip sıvı hidrojenin sıcaklığına kadar soğutulur. Laboratuvarlarda çok küçük hacim içinde 14 teslaya varan magnetik alanlar elde etmek için, bu türden mıknatıslar kullanılır. Ayrıca, daha düşük dozlarda çalışan çok daha büyük mıknatıslar da üretilmektedir. Önemli uygulama alanlarından biri de, nükleer fiziktir. Bu alanda üstün iletkenler, tanecik demetlerinin büküldüğü ve izlerinin gözlendiği KABARCIK ODASI'nda kullanılırlar. A.B.D'ndeki büyük bir kabarcık odasında bulunan mıknatısın boyu 5,2 m'dir: 2 teslalık akı yoğunluğu üretir ve 50 ton iletken kullanır. Üstün iletkenlerin elektromıknatıslardan üstünlüğü, yüksek magnetik alanlar üretebilmeleri, küçük hacimler içinde de oluşturulabilmeleri ve pek az enerjiyle çalışabilmeleridir. Gerçekte, ilk soğutma işleminden sonra, enerjinin büyük bir bölümü, kabloları soğutmak için tüketilir. Gelecekte üstün iletkenlerin TANECİK HIZLANDIRICILARI'nda da kullanılacağı sanılmaktadır. Ne var ki, magnetik alanın çok hızlı değiştirilmesi gerektiğinden, akı hareketi sonucu üstün iletkende ortaya çıkan enerji yitimlerinin azaltılması sorun yaratmaktadır.

Elektrik dağıtım şebekeleri: Yeraltı elektrik dağıtım şebekeleri yerine, elektrik aktarmak için üstün iletkenli dağıtım şebekeleri kullanılması düşünülmektedir (Bk. ELEKTRİK DAĞITIM ŞEBEKESİ). Üstünden alternatif akım geçirildiğinde, üstün iletkenlerde enerji yitimleri olmaktadır. Düzgün yüzeyli silindir biçimli ince iletkenler kullanılarak, soruna çözüm getirilmeye çalışılmaktadır. Bu tür yöntemler bir ölçüde başarıya ulaşmıştır. Ama uzun mesafelerde kabloları soğuk tutacak sistemlerin geliştirilmesi gibi, çözüm bekleyen daha pek çok sorun vardır.

Motor ve jeneratörler: Bir İngiliz laboratuvarında, alan sarımları için üstün iletken kullanan 3 250 beygirgücünde bir elektrik motoru geliştirilmiştir. Bir magnetik alanda, disk biçimindeki bir iletkenden büyük bir akım geçirilmekte ve diski döndürecek bir kuvvet oluşturulmaktadır Bu kuvvet, geçen akım şiddeti ile orantılıdır ve dönme hızı da ona bağlıdır. İlke olarak işlem, tersine de işletilebilir. Disk döndürülerek, çap boyunca bir elektrik akımı elde edilir.

Başka uygulamalar: Son 20 yılda pek çok üstün iletkenli aygıt geliştirilmiştir, ama bunların tümü küçük ölçeklidir. Aralarında anahtarlar ve bilgisayarlar için bellek aygıtları *(kriotron* ve *crowe pilleri)*, KIZILALTI IŞINIM'ı saptamak için BOLOMETRE'ler ve Josephson bitişimleri (elektriksel ölçmelerdeki standartların tanımlanmasında kullanılan üstün iletkenli kuvantum aygıtları) de bulunmaktadır. Gelecekte enerji sorunlarının çözülmesinde üstün iletkenlerin geniş ölçüde kullanılacağına inanılmaktadır.

V

VAKUM

Vakum, normal atmosfer basıncının altında bir ortamdır. Vakum derecesi, atmosfer basıncının 1/75'i olan *düşük vakum*dan, atmosfer basıncının birkaç milyonda biri olan *çok yüksek vakum*a kadar değişebilir. Vakum ölçümünde birkaç birim kullanılır. Bunların en eskilerinden biri, cıvalı BAROMETRELER'de cıvanın *mm* olarak yüksekliği, bir başkası da standart atmosfer basıncının 760 olarak bulunduğu *torr*'dur. Torr ve mm yüksekliği, yaklaşık aynı değerlerdir.

Modern uygulamalardaysa newton/m² ya da *Pascal* birimi kullanılmaktadır. Atmosfer basıncı 101 325 Pascal olarak tanımlanmıştır. Standart atmosfer, yaklaşık 10^5 Pascal'dır.

Vakum elde etmede kullanılan en yaygın araçlar, pompa sistemleridir. Bunlar iki tiptir: *Yağ sızdırmazlıklı dönel pompa; difüzyon pompası.*

Yağ sızdırmazlıklı dönel pompa: Bu pompa, başlıca vakum oluşturma aracı olarak geniş ölçüde kullanılır. Hava, çıkış supabından çıkmasını sağlayacak yükseklikte bir basınç oluşturulacak kadar sıkıştırılır. Çıkış basıncı yeterince yüksek değilse, ikinci bir pompa seri olarak bağlanır ve atmosfer basıncına ulaşılana kadar hava sıkıştırılır. Tek bir pompayla 5 Pascal, iki kademeli bir pompaylaysa 0,5 Pascal elde edilebilir.

En çok kullanılan tiplerde iki kanat bulunur. Kanatlar, merkezden kaçık bir rotorla pompanın içini sıyırarak dönerler. Böylece, gittikçe daralan yarım ay biçiminde bir yapı elde edilir ve hava, çıkış supabından çıkana kadar sıkıştırılır. Sıkıştırılma sırasında havada bulunan su buharının yoğuşarak, kanatlar ile pompanın iç gövdesi arasında sızdırmazlık sağlayan yağı kirletmesi, sorun yaratabilir.

Bu nedenle günümüzde pompalar, *gaz safrası*yla donatılmaktadır. Gaz safrası, sıkıştırılan hacme belirli miktarda hava girmesini sağlar. Böylece, pompa sıcaklığında, su buharının kısmi basıncı yoğuşma noktasından düşük kalır (Bk. BUHAR BASINCI). Su, buhar halindeyken, yani yoğuşmadan, pompadan dışarı atılır.

Dönel pompa gibi kullanılabilen öteki mekanik pompa çeşitleri, *takviye pompası* ve *türbomoleküler pompa*dır. Takviye pompasında birbirine karşıt yönde dönen bir çift rotor bulunur. Bunlar, Roots'un süperşarjörüne benzer ve 0,01 Pascal vakum verir. Türbomoleküler pompadaysa gaz moleküllerine büyük bir momentum kazandıran, hızla dönen kanatlar bulunur ve 10^{-7} Pascal'lık vakum elde edilir.

Buhar difüzyon pompası: Bu tür pompa, bazı aygıtlarla birlikte kullanıldığında, 10^{-9} Pascal'dan daha yüksek vakum sağlayabilir. Ama genellikle, 10^{-4} Pascal'da (atmosferin yaklaşık milyarda biri) kullanılır. Yalnızca 10 Pascal'ın altındaki basınçlarda çalıştığından, birincil vakumu sağlayan bir dönel vakum pompasıyla birlikte kullanılan buhar difüzyon pompası, al-

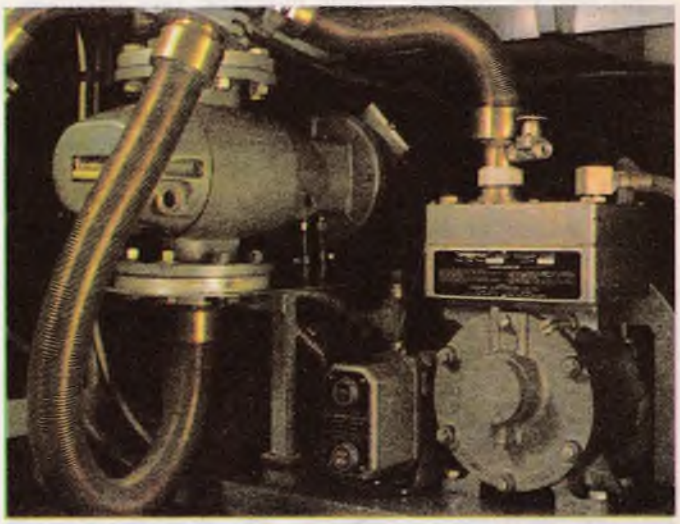
Düşük basınçları ölçmede kullanılan bir iyonlaşma geyci. (solda) Bu tipte, resimde parlak olarak görülen bir sıcak katot vardır. Soğuk katotlu Penning geycinde, yüksek elektrik gerilimiyle iyonlaşma sağlanır.

çak buhar basınçlı bir yağın ısıtıldığı bir ısıtıcıdan oluşur. Pompa içinde birkaç yüz Pascal'lık bir kazan basıncı ortaya çıkar. Bu buhar, çeşitli memelerden geçerek pompa içinden çıkar ve su ya da hava soğutmalı duvarlara değip yoğuşarak, pompa kazanına geri gelir. Böylece sürekli bir işlem sağlanmış olur.Memelerden geçen yüksek hızlı buhar, toplanıp, pompaya giren gazı sıkıştırdığından, bir pompalama hareketi elde edilir.

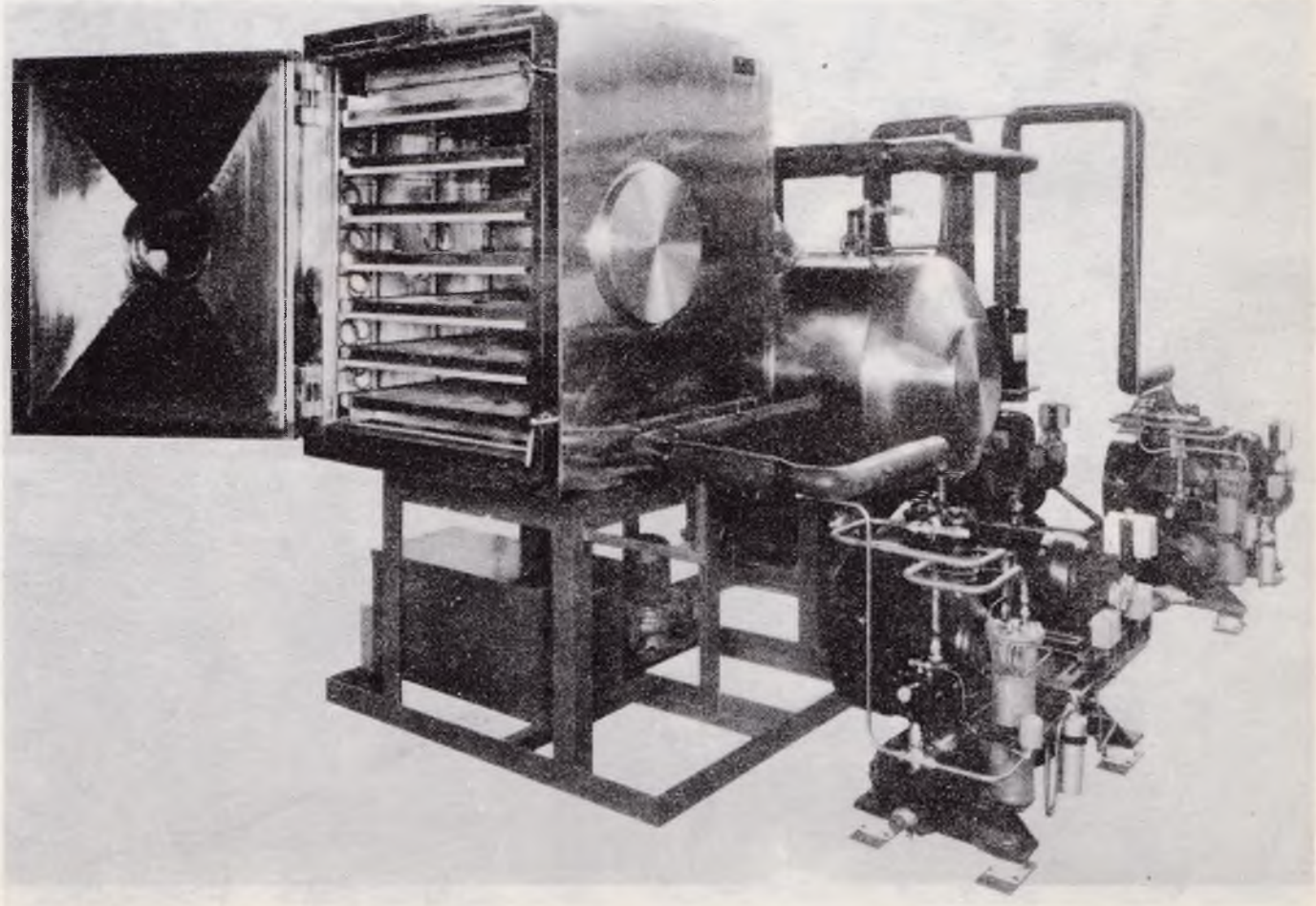
Buhar takviye pompası, buhar difüzyon pompasına benzer. Ama buhar takviye pompasıyla çok daha yüksek bir kazan basıncı kullanılarak, 100 Pascal'a varan vakumlar elde edilir.

Vakum metreler: Düşük vakumun ölçülmesinde yararlanılan en yaygın yöntemlerden biri,basıncın ince bir diyaframın hareketlerine göre ölçüldüğü, BASINÇ-ÖLÇER'lere benzeyen *kapsüllü geyçler* kullanmaktır. Diyafram hareketleri bir mekanizmayla büyütülür ve basınç, bir gösterge üstündeki ibreyle belirtilir. Kapsüllü geyçin başka bir çeşidinde, diyaframa bir metal çubuk tutturulmuştur. Bu çubuk hareket ettikçe endüktif yük, bir elektrik devresindeki akımı değiştirir. Akım değişikliği bir gösterge üstünde gösterilir. Kapsüllü geyçler, 100 Pascal gibi düşük vakumlardan, atmosfer basıncına kadar, her derecede kullanılabilirler.

Başka bir yöntemde de, Pirani ya da termoçift tiplerinde *ısıl iletkenlik geyçleri* kullanılır. Bu tiple-



İki mekanik pompa (üstte): Solda Roots tipi, sağdaysa kayar kanatlı dönel pompa görülmektedir. Roots pompası, düşük basınçta yüksek pompalama hızıyla, yüksek basınçlarda etkili dönel pompayı besleyecek biçimde bağlanmıştır.
Eczacılıkta kullanılan büyük bir kuru dondurucu. (altta) Paslanmaz çelik odada, kurutulacak ürünleri yerleştirmek için raflar vardır.



rin ikisi de, geyçteki basınç düştükçe, geyç öğesindeki ısı yitimi değişikliklerinden yararlanarak vakumu ölçerler. Isı yitimindeki bu değişiklik, basınç, atmosfer basıncının altına düştükçe, gazların ısıl iletkenliklerinin azalması nedeniyle ortaya çıkar. Bu tür geyçler, 1 000-0,1 Pascal vakum sınırları içinde kullanılırlar.

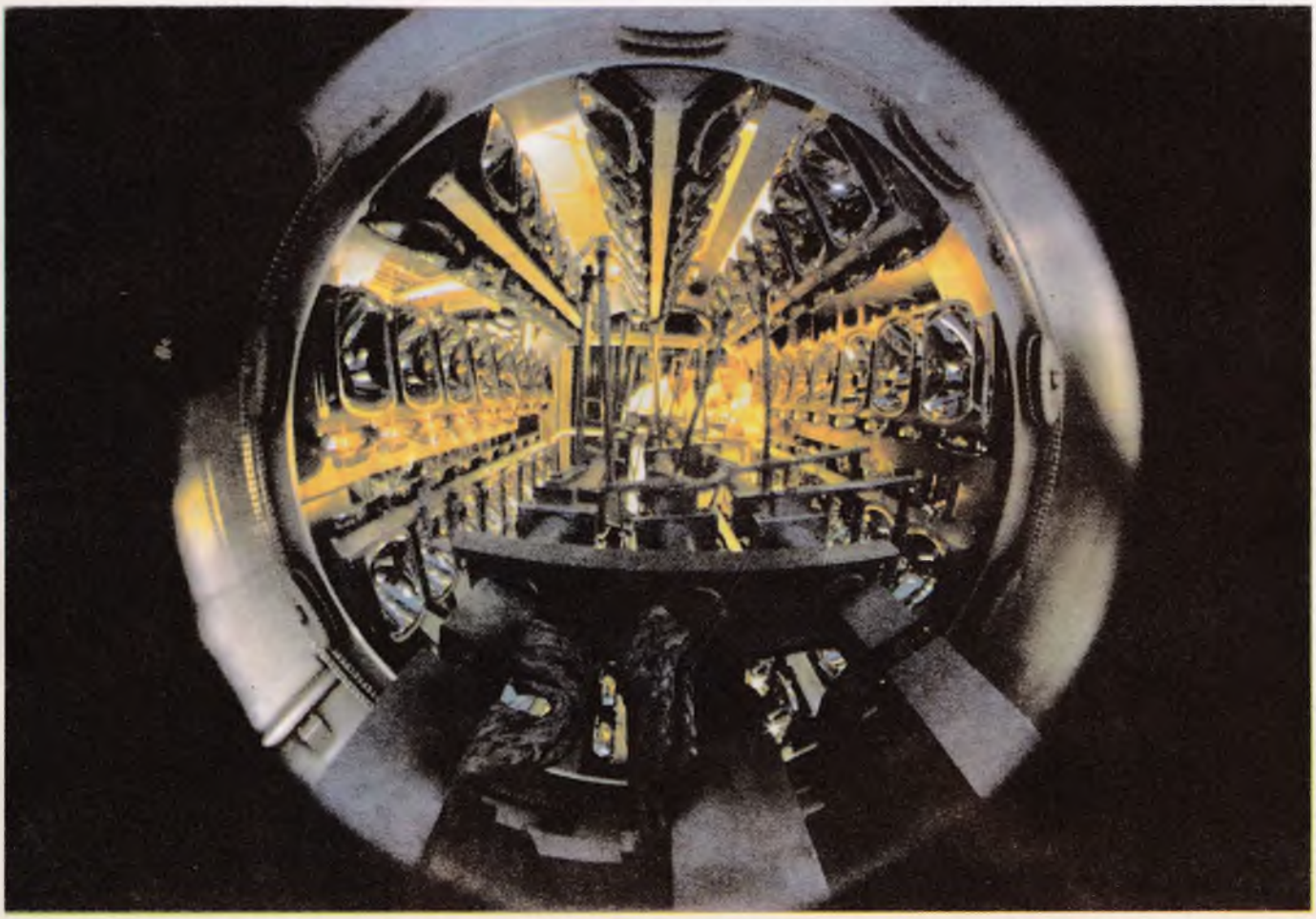
Yüksek vakumlarda, *iyonlaşma geyçleri* kullanılabilir. Bunlar şu ilkeye dayanır: Bir vakum sisteminde bir elektron akımıyla iyon oluşum hızı, basınca ve artık gazın iyonlaşma olasılığına bağlıdır. Elektron akımı, yüksek gerilim kullanılarak, soğuk katottan ya da sıcak fitilden elde edilir. Böylece geyçteki iyon akımı, basıncı doğrudan gösterir ve duyarlı bir doğru akım yükselticisiyle ölçülebilir.

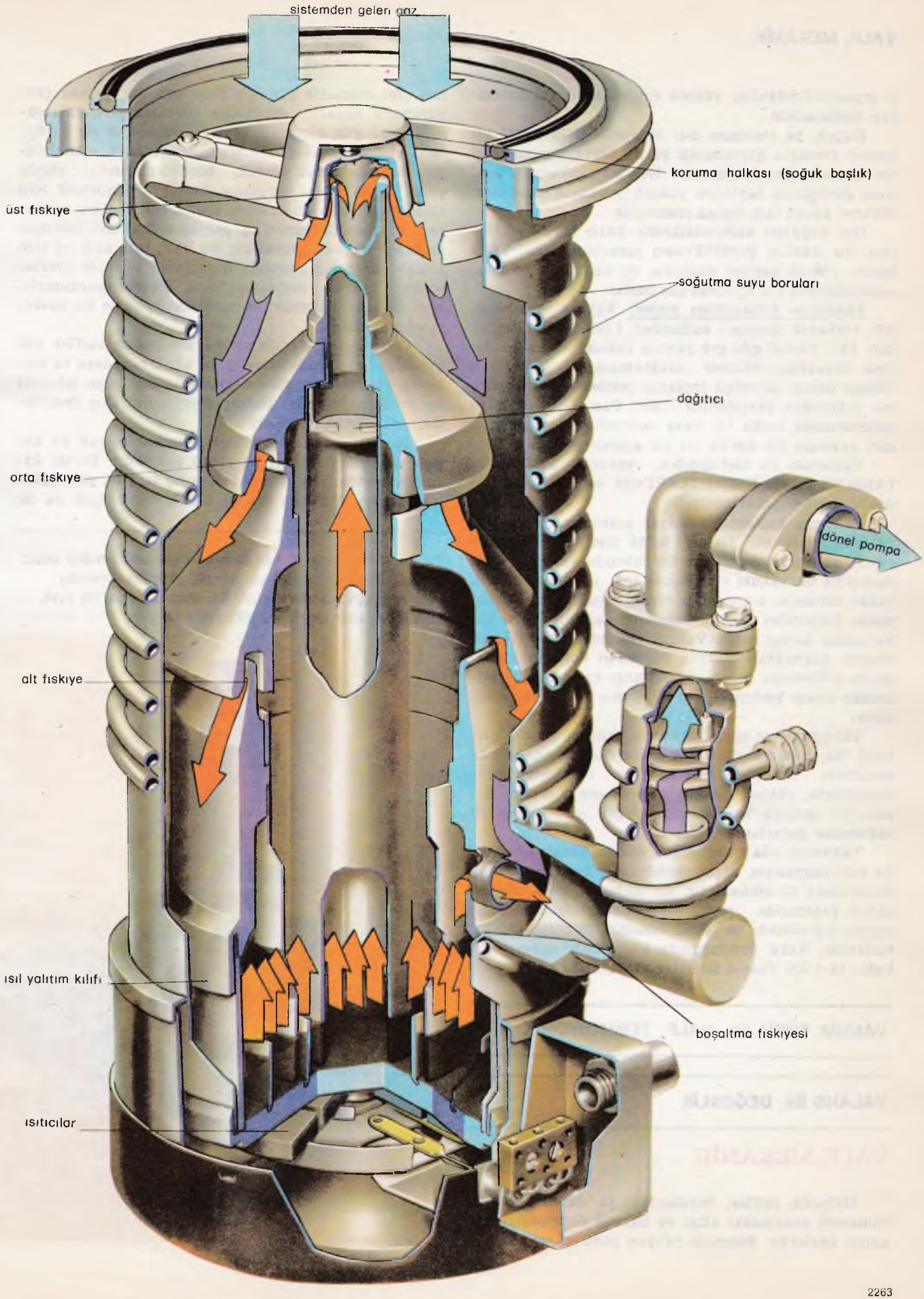
Kaçak saptama: Yüksek vakum aygıtlarında kaçak saptama amacıyla genellikle helyuma ayarlı kütle tayfölçeri kullanılır. Kütle tayfölçeri, gaz bileşenlerini, bir magnetik alanın oluşturduğu sapmalarla çözümleyen bir aygıttır. Çok küçük miktarlarda gazı bi-

Bir difüzyon pompasının içi. (sağda) Bu pompa, gaz moleküllerinin ender olarak birbirleriyle çarpıştıkları düşük basınçlarda kullanılır. Pompa sıvısı (yağ), düşük basınçta hemen kaynar ve bir buhar perdesi halinde yoluna çıkan gaz moleküllerini toplayarak, aşağıdan yukarı çıkar. Buhar akımı gazı sıkıştırır ve gaz, dönel pompayla atılır. Buhar basıncı, pompanın her devrinde biraz daha artar.

Tüp içinde vakum oluşturulması. (solda) Radyoaktif örnekler kapsayan bu ampuller, bir vakum emicisine takılır. Ampul boyunlarına uygulanan bir alev, boyunları yumuşatarak ezer.

Oto farlarının sırlanması, resimde (altta) görülen odalarda, vakumda biriktirme yöntemiyle yapılır.




sistemden gelen gaz
koruma halkası (soğuk başlık)
üst fıskıye
soğutma suyu boruları
dağıtıcı
orta fıskıye
dönel pompa
alt fıskıye
ısıl yalıtım kılıfı
boşaltma fıskıyesi
ısıtıcılar

le saptayabildiğinden, yüksek vakum altındaki sistemlere bağlanabilir.

Kaçak, ya sistemin dışı helyum dolu hafif bir plastik torbayla kaplanarak ya da helyum gazı sıkan bir uç kullanılarak bulunur. Helyum, vakum sistemi içine girdiğinde, tayfölçer yüksek yoğunluk kaydeder. Böylece, kaçak tam olarak izlenebilir.

Gaz aygıtları kullanıldığında, kütle tayfölçeri yerine, bir TESLA BOBİNİ'nden yararlanılabilir. Tesla bobini, yüksek gerilim oluşturur ve bir cam tüpe yaklaştırıldığında tüp içindeki gaz parlar.

Vakumun kullanıldığı yerler: Vakum uygulamaları, mekanik işlerde kullanılan 1 000-10 000 Pascal' dan, 10^{-8} Pascal gibi çok yüksek vakumlara kadar değişir. Sözgelimi, nükleer araştırmalarda kullanılan yüksek enerji tanecikli toplama çemberinde çok yüksek vakumdan yararlanılır. 10^{-6} Pascal'da bir hava molekülünün, başka bir hava molekülü ile çarpışması için, yaklaşık 500 km'lik bir yol aşması gerekir.

Vakumun bu özelliğinden, vakumla kaplamada, TANECİK HIZLANDIRICILARI'nda ve televizyon resim tüplerinde yararlanılır.

Vakumla kaplama, fotoğraf makinası mercekleri, su muslukları, oto farları, hattâ şişe kapakları gibi çeşitli alanlara uygulanır. Bu işlemde yaklaşık 0,001 Pascal'lık bir vakum elde etmek için, bir dönel pompa, buhar difüzyon pompasıyla birlikte kullanılır. Kaplamada kullanılan madde (sözgelimi alüminyum), buharlaşana kadar ısıtılır. Vakum nedeniyle, buharlaşan madde, kaynaktan çıkarak doğrudan doğruya kaplanacak malzemeye gidebilir. Herhangi bir gazla çarpışmadan cisme yerleştiği için de, temiz bir tabaka oluşturur.

Vakumun bir işlem sırasında fiziksel ya da kimyasal bir tepkime oluşturan gazları temizlemede kullanılması, titanyum gibi kolayca tepkimeye giren maddelerin, yüksek sıcaklıkta eritilmesini sağlar. Ayrıca, jet motoru kanatlarının yüzey işlemlerinde de vakumdan yararlanılır.

Vakumun oda sıcaklığında oluşan dengeyi bozmada kullanılmasıyla, maddelerden su çıkarılması (kuru dondurma) da olanaklıdır. Bu işlemden, suda çözülen kahve yapımında, çeşitli yiyeceklerin işlenmesinde, aşıları kurutmada ve öteki eczacılık ürünlerinde yararlanılır. Kuru dondurmada kullanılan normal vakum 10-1 000 Pascal sınırları arasındadır.

VAKUM TÜPÜ Bk. VALF, TERMOİYONİK

VALANS Bk. DEĞERLİK

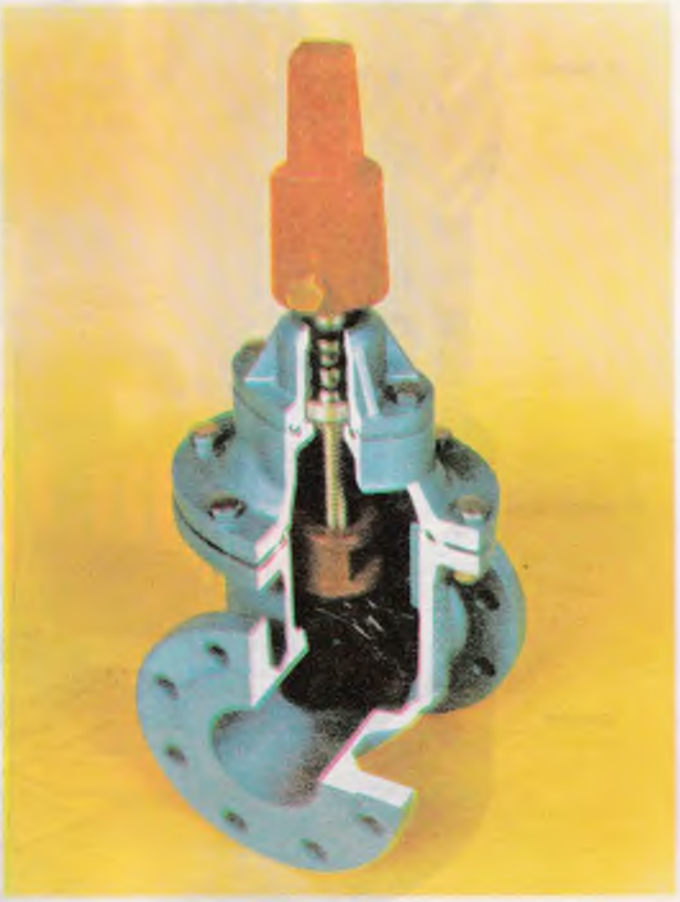
VALF, MEKANİK

Mekanik valflar, borulardaki ya da makinaların bölümleri arasındaki akışı ve basıncı denetleyen mekanik öğelerdir. Basınçla çalışan yaylı güvenlik valfları gibi otomatik türlerin yanı sıra, bir çarkın çevrilmesiyle kapanan musluklar (bunlara genellikle «*vana*» denir) gibi otomatik olmayan modeller de vardır. Bazı valflarda akış miktarını denetlemek olanaksızdır. Bunlara örnek olarak, buzdolaplarında, küçük çaplı ya da kılcal boruların çapını değiştirmek için kullanılan yalın düzenekler gösterilebilir. Akış miktarını ayarlamak içinse, iç parçaları hareket edebilen mekanik bir valf gereklidir. Bu valf, tam açık ve tam kapalı durumlar arasında duyarlı bir biçimde ayarlanabilir. Ayrıca, bir zamanlama devresi yardımıyla, hem aralıklı çalışmayı sağlayabilir, hem de bir devreyi açıp kapatır.

Çalışması: Uygulamada karşılaşılan valflar çok çeşitlidir; kullanılacakları yere, akan maddeye ve mekanik biçimlerine göre değişirler. Valfların işlevleri üç gruba ayrılabilir: Basınç denetleme; akış denetleme; sıvı mantık devreleri.

Basınç denetleme valfları, normal olarak ya kapalı ya da açık duran iki yönlü valflardır. Bu iki durum arasında, akış hızına ve basınç farkına göre ayarlanabilirler. Bunlara en iyi örnek, bir ağırlık ya da

Bir su sisteminde 16 bar basınçta çalışan perdeli vana. (altta) Perdeyi sağlayan parça, vidanın ucunda yukarı-aşağı hareket eder. Bu modelde, yarım açık durumda, akış sırasında girdaplar oluşur.



yay aracılığıyla kapalı tutulan ve basınç belirli bir değeri aştığı zaman (sözgelimi buhar kazanlarında ve HİDROLİK MEKANİZMALAR'da olduğu gibi) açılan güvenlik supaplarıdır. Bir başka örnek de, kendi biçiminde bir yuvaya oturan ve yuvanın içinde yukarı - aşağı hareket ederek, akış miktarını azaltıp artıran, *iğne supap*lardır. Bunlar, evlerdeki merkezi ısıtma sistemlerinin radyatör denetimlerinde kullanılırlar.

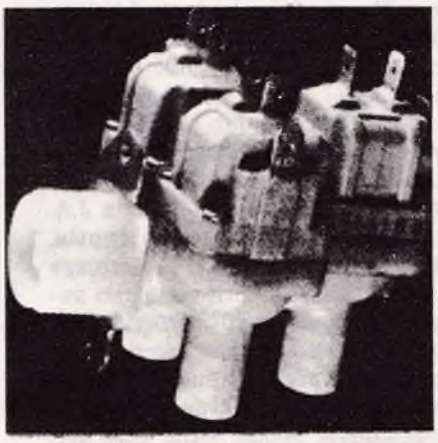
Akış denetleme valfları, akan maddeyi bölen ya da yönlendiren tek girişli, birkaç çıkışlı düzeneklerdir. Sistemde, boruların birleşme yerinde, giriş borusundan gelen akışkanı çıkış borularından birine ya da birkaçına yönelten eğimli bir plaka vardır.

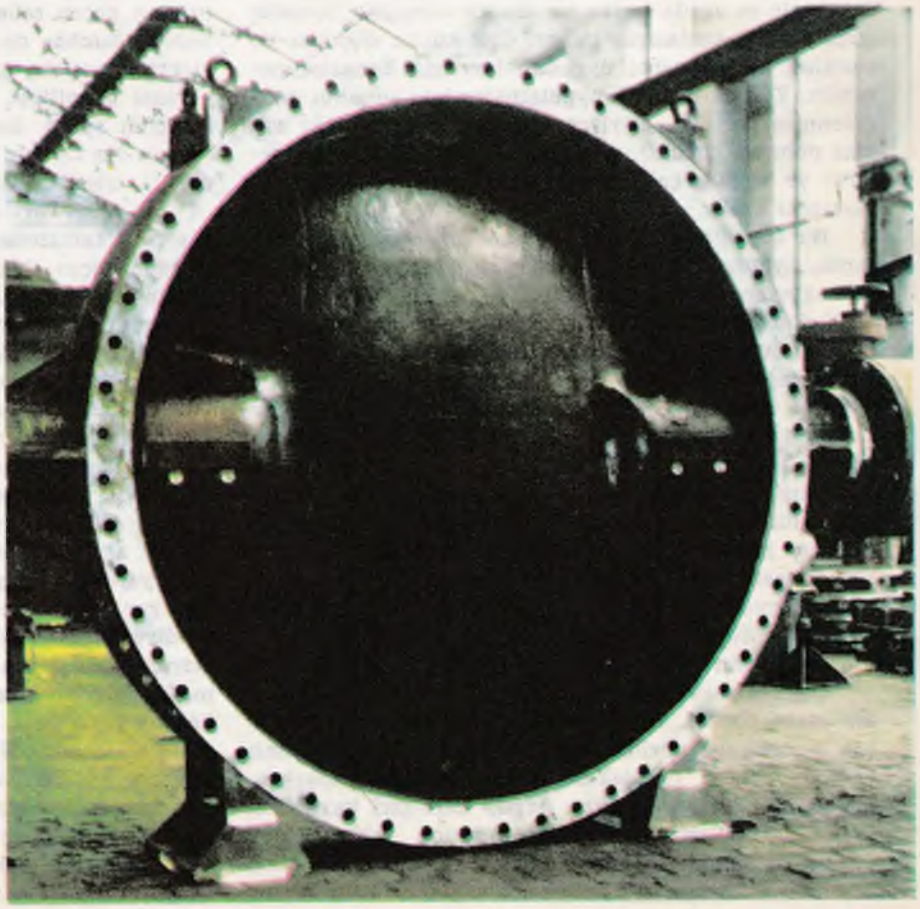
*Sıvı mantık devreleri*ne bu ad, bilinen mantık kavramından esinlenilerek verilmiştir (Bk. FLÜDİK). Bunların en yalın biçimi, «HAYIR» devrelerinde olduğu gibi, bir durumu tam karşıtına (sözgelimi akmayı akmamaya) dönüştüren ya da «toplama» ve «çıkarma» devrelerinde olduğu gibi birkaç giriş durumunu tek çıkışta birleştiren çok girişli, tek çıkışlı valflardır.

Yol değiştirme sistemlerinin doğrudan doğruya akan madde aracılığıyla çalıştığı *sıvı mantık devreleri, sıvı gücü*yle karıştırılmamalıdır. Sıvı gücüyle çalışan sistemlerde iş yapmak için, basınçlı hava ve hidrolik yağ basıncı sağlayan pompalardan yararlanılır (Bk. MANTIK DEVRELERİ).

Sürgülü valflar: Sıvı gücüyle çalışan sistemlerde, mantık işlevi, *sürgülü* valflar yardımıyla sağlanır. Silindir biçimli bir gövdenin içinde ileri-geri kayan bir piston (plancır) giriş ve çıkış deliklerini kapatıp açar ve basınçlı hidrolik yağın, otomatik bir TAKIM TEZGÂHI'nın çeşitli bölümlerine ulaşmasını sağlar. Yağ sızdırmaması için sürgüye, neoprenden yapılmış lastik sızdırmazlık halkaları (O-ring) takılır. Sürgüye genellikle solenoit anahtarlar kumanda eder. Bu solenoitleri de tezgâhın üstündeki anahtarlar ya da kumanda tablosunun başındaki bir kişi (ya da bir bilgisayar bandı) yönetir. Kir, bu tür düzeneklerin en amansız düşmanı olduğundan, sürgü ile gövde, takılmadan önce sesötesi yöntemleriyle temizlenir. Mantık devrelerinde kullanılan röle valfları, en az 100 000 000 kez çalışacak dayanıklılıkta yapılır.

Bu tür valfların ne kadar duyarlı olabileceği, 50 mm'den daha kısa sürgülü bir valf içeren havalı saatin yapılmasıyla ortaya çıkarılmıştır. Saat, saniyede bir yinelenen yüksek ya da alçak basınçlı bir hava vuruşuyla çalışır. Gövde ile sürgü arasındaki 0,125 mikronluk aralık, sızdırmazlık halkasına gerek bırakmaz. *Süresi ayarlanabilen* basınçlı zamanlayıcılarda, sürgü ve iğne supabının birleştirilmesinden yararlanılır. Bu sistemde, basınçlı bölmedeki hava, ayarlanabilen bir iğne supaptan geçerek, üç yönlü minyatür bir sürgülü valfı çalıştırır. Bölmedeki basınç belirli bir değere ulaşınca, önceden ayarlanan yaklaşık 15 saniyelik bir gecikmeden sonra, makara hızla hareket ederek, yön değiştirme işlemini gerçekleştirir.





Bulaşık yıkama makinalarında kullanılan cam takviyeli plastik valf. (üstte) Bu valfın 20 atmosfer basınca ve 95 derece sıcaklığa dayanması gerekir. Üç vanayı birden içeren bu aygıtı, elektromıknatıslar çalıştırır. Valflar yıkama işleminin çeşitli aşamalarında devreye girerler. Singapur'daki bir santrala gönderilen elektrik kumandalı kelebek vana. (sağda) Borunun çapı 2,75 metredir. Kelebek vana, çok daha küçük türleri karbüratörlerde kullanılan, yalın bir akış denetleme aracıdır.

Öteki modeller: POMPA'larda, hidrolik kumandalı makinalarda ve benzeri sistemlerde, akan maddenin geri dönmesini önleme amacıyla *çekvalf*lar ya da *geri dönüşsüz valf*lar kullanılır. Bu valfların mekanik parçası, bir yuvaya yerleşen bir küreden ya da asılı bir kapaktan oluşur ve yerçekiminin ya da bir yayın etkisiyle çalışır. İleri yöndeki akış, kapağı açıp, küreyi yuvasından itebilir; ama akışın yönü değiştiği zaman, valf otomatik olarak kapanır.

Düşer perdeli vanalarda, mekanik öğeyi yuvasından dikey olarak yukarı kaldırmak için çeşitli yöntemler kullanılır. Bu öğeler bir vidanın ucuna takılır. Vida, bir çarkın ya da çubuğun çevrilmesiyle hareket ettirilir. *Küresel* valflar, valf gövdesinin küre biçiminde olmasından ötürü böyle adlandırılır, akış doğrultusunu 90 derece değiştirme amacıyla kullanılırlar. *Döner perdeli* vanalarda denetim öğesi, yalın bir bıçaktan oluşur. Bu vanalar, tam açık ya da tam kapalıyken iyi çalışır; yarım açık durumdaysa, perdenin çevresinde girdaplar oluşur. *Tapalı* vanalar da, yuvarlak bir yuvaya oturan, aynı biçimde bir tıkayıcıdan oluşur. Kapalıyken sızdırmayı önlemek için lastik ya da köseleyle tıkanan musluklar bu türe örnek gösterilebilir. Köselenin, aşındığı zaman yenilenmesi gerekir. Yenileme, damlamayı önlemek için olduğu kadar, metalin metale sürtünmesi sonucu yuvanın aşınmasını önleme bakımından da çok önemlidir. Buhar sistemleri için yapılan tapalı vanalar, çok duyarlı bir biçimde işlenir ve arada başka bir madde olmadan, metalin metale karşı temasıyla çalışır. Çok küçük olabilen bu vanalar, alçak basınç uygulamaları için dengelenmeyebilir. Yüksek basınçlı uygulamalar için supabın dengelenmesi gerekir. Böylece, supabın her yanında eşit akış dengesi kurulur, gövdeyi etkileyen basınç dengelenir ve supabı çalıştırmak için gereken döndürme momenti azalır.

Bir başka perdeli valf türü de, çok zamanlı motorlarda, uygun anda uygun karışımın yerine iletilmesini sağlayan supaplardır. Bunların en iyi örneği, İÇTEN YANMALI MOTOR'ların emme ve egzoz supaplarıdır. Supaplar ve yuvaları hassas bir şekilde yapılır, supap sertleştirilir ve yuvasına alıştırılır. Supabın gövdesi bir yaya bağlıdır. Eksantrik mili, supabın ucunu yayın baskısına karşı iterek, supapları çalıştırır.

Akışı ya da basıncı denetleme amacıyla valflar hazırlanırken, akıcı ortamın belirli bir geçiş alanı oluşturması beklenir. Valfın içindeki kesit, giriş kesitine eşit olmazsa akış hızı artar. Düşey perdeli supaplarda itme kuvvetinin hesaplanmasında da aynı kurallar geçerlidir. Supabın kapattığı alan, supabın çapı ile itme kuvvetinin çarpımına eşit olmalıdır.

Çok zamanlı motorlarda uygulama alanı bulan bir başka tür de, *kayar* supaplardır. Kayan yüzeylerin çok düzgün ve pürüzsüz olması gerekir. Bir yandan çalışma ortamı (sözgelimi buhar) basınç yaparken, öte yandan da yaylar iter. Supap ileri-geri kayarken, LOKOMOTİF'lerin supap donanımında olduğu gibi, giriş-çıkış deliklerini açıp kapatarak, buharın belirli aralıklarla silindirlere dolmasını sağlar. Bütün basınç kayan yüzeylere etkidiğinden, kayar supaplar ancak düşük basınçlarda kullanılır. *Piston*, bir tür silindir biçimli kayar supaptır. Silindir içinde kayan piston, aşınmaya yolaçan sürtünme açısından dengededir. Bu yüzden, daha iyi çalışma özellikleri elde edilir. KREN ve ASANSÖR gibi yüksek hidrolik basınçla çalışan sistemlerde, piston supaplar kullanılır.

Kayan supabın bir başka türü de *bilezik* supaplardır. Bunlarda, içten yanmalı motorlarda silindir ile pistonun arasında ince bir çelik bilezik yeralır. Üstünde, silindir duvarındaki emme ve egzoz supaplarının karşılığı olan delikler bulunan bu parça, hem döner, hem de ileri-geri hareket eder. Bilezik supaplar daha az parça içerdiklerinden, UÇAK MOTORU'nda perdeli supapların yerini alır. Son model motorlarda her silindirde iki bilezik vardır.

Kelebek vana, akım içinde dönen ve bir kolla çalıştırılan dairesel bir disktir. Bunlar KARBÜRATÖR'lerde ve sıcak havayla ısıtma sistemlerinde bulunur.

VALF, TERMOİYONİK

«*Termoiyonik valf*» terimi çeşitli elektronik aygıtlar için kullanılır. Ama bütün bu aygıtların, iki ortak özelliği vardır. Bunlardan birincisi, tümünün havası boşaltılmış bir cam ampul içinde yeralmaları (içerdeki parçalar ile elektriksel bağlantı bu ampulün tabanından geçen tellerle sağlanır ve bu nedenle bunlara bazen «lamba» da denir), ikincisi de bir termoiyonik elektron vericisi içermeleridir. Termoiyonik elektron vericisi genellikle, elektriksel olarak ısıtıldığı zaman elektron salan, özel olarak hazırlanmış bir metalden oluşur. Bu tür bir metalin elektron saldığı, 1877 yılında J.J. THOMSON tarafından bulunmuştur.

İlk modeller: İlk kullanışlı valf, 1904 yılında J.A. Fleming tarafından yapılan DİYOT'tur. Bu aygıtta, içinden geçen elektrik akımı nedeniyle 2 500 dereceye kadar ısınan karbon ya da tungsten fitil (elektron yayınlayıcı) kullanılmıştı. Ayrıca,«*anot*»adı verilen ve bir metal parçadan oluşan bir elektrot daha vardı. Anot, fitilden 2,5 cm kadar uzağa yerleştirilmiş ve bütün parçalar, havası boşaltılmış bir cam gövde içine alınmıştı. Bir dış devre yardımıyla anoda, fitile göre artı gerilim uygulanırsa, fitilde çıkan eksi yüklü elektronlar anoda doğru çekiliyor ve elektrik akımı geçiyordu. Anoda eksi gerilim uygulanınca da, elektronlar itiliyor ve akım geçemiyordu. Valf ya da lamba bu yüzden, yalnızca bir yönde akım geçmesine olanak veriyor, yani diyot özelliği gösteriyordu. Fleming'in yaptığı diyot, RADYO'nun ilk dönemlerinde,genlik modülasyonlu alıcılarda bulucu olarak kullanıldı. Ama bu model, algıladığı zayıf sinyalleri şiddetlendirme özelliği taşımıyordu.

1907 yılında Fleming, «denetim elektrodu» ya da «*ızgara*» adı verilen üçüncü bir elektrot daha geliştirdi. *Anot* (artı elektrot) ile *katot* (eksi elektrot) arasına yerleştirilen ve delikli bir levha ya da tel ızgaradan oluşan bu elektrot ile lamba, triyot biçimini aldı. Denetim ızgarası katoda göre çok küçük bir gerilim

değerinde tutuluyordu. Katottan çıkan elektronların, anoda doğru çekilirken önce ızgaranın itme gücünü yenmesi gerekiyordu. Böylece, anoda ulaşan elektronların sayısı, gerilimi değiştirme yoluyla ayarlanabiliyordu.

Izgara, katoda, anottan daha yakın yeralacak biçimde yerleştirilirdi. Böylece ızgara gerilimindeki küçük bir değişme, anot ile katot arasındaki akımı çok daha büyük ölçüde etkilerdi. Bu yüzden triyot, YÜKSELTİCİ olarak kullanılabiliyordu.

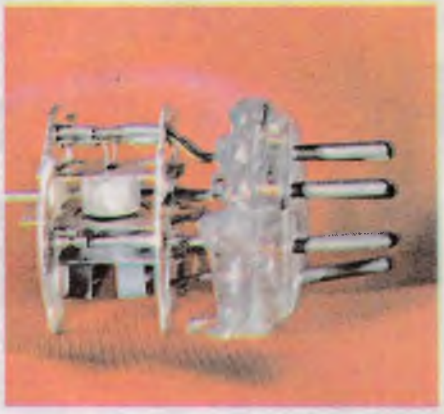
«Yumuşak» lambalardan «sert» lambalara: İlk lambaların havası, söz konusu dönemde düzenekler yeterli olmadığından iyice boşaltılamazdı. «Yumuşak» lamba diye adlandırılan bu lambaların ömrü, içlerinde kalan hava yüzünden kısa olurdu. 1915 yılında Langmuir, daha üstün pompalar ve yeni üretim yöntemleri geliştirdi. Bu yöntemlerle lambaların içinde daha iyi vakumlar sağlandı. Bu biçimde yapılan ve «sert» lambalar adı verilen lamba türleri, özelliklerini «yumuşak» lambalardan daha uzun süre korurlardı. Modern lambaların tümü, birkaçı dışında, «sert» lambalardır.

Lambalarda daha iyi vakum sağlanması, daha etkili elektron salıcı malzemeler kullanılmasına olanak verdi. Bunların en önemlilerinden biri, *toryumlu tungsten* filamandı. 1915 yılında bulunan bu madde, tungsten tozuna, tel biçimi verilmeden önce % 1 ya da 2 oranında toryum oksit karıştırılarak elde ediliyordu. Toryum, hem filamanın elektron yayma verimini (aynı ısıtma oranında daha çok elektron yayma) artırıyor, hem de ömrünü uzatıyordu. Ayrıca bu lambaların çalışma sıcaklıkları daha düşük (2 000°C kadar) oluyordu. Ancak, lambanın içinde kalan hava molekülleri yüzünden, bu madde «yumuşak» lambalarda kullanılamıyordu.

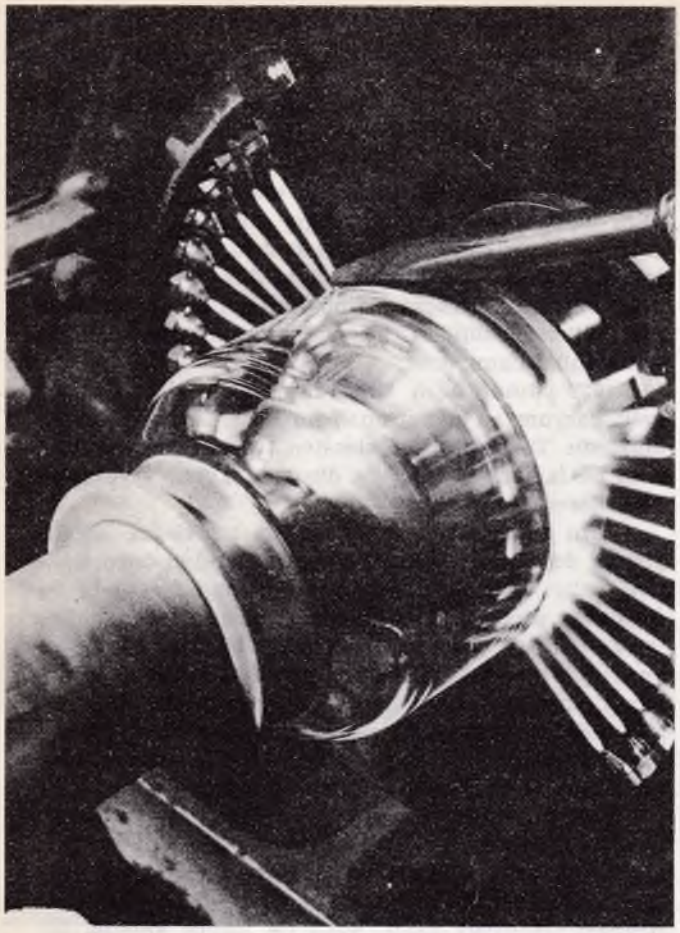
1922 yılında *oksit kaplı katot* geliştirildi. Bunlar, üstü baryum ya da stronsiyum oksit kaplı nikelden oluşurdu. Toryumlu tungstenden 100 kat daha verimli olan bu lambalar, daha da düşük sıcaklıkta (yaklaşık 1 000 derecede) çalışırdı.

Aynı zamanlarda ortaya çıkan bir başka önemli yenilik de, *dolaylı ısıtmalı katot*tu. Bundan önce, elektron salıcı ince bir filaman, tel biçiminde yapılır ve üstünden geçen akımla ısıtılırdı. Dolaylı ısıtmalı katottaysa, dışta oksit kaplı bir nikel bölüm bulunur ve bu, içinde yeralan yalıtılmış tungsten filaman yardımıyla ısıtılırdı. Böylece, hem katodun salma gücü artar, hem de ısıtıcı, elektriksel olarak katottan yalıtılırdı. Günümüzün lambalarının çoğunda, dolaylı ısıtmalı oksit kaplı katot malzemesi kullanılır.

Yüksek frekans lambaları: Bütün bu yeniliklere karşın, triyotlar, 1 megahertzden daha yüksek frekanslarda kullanılamıyordu (1 MHz: Saniyede 1 milyon çevrim). 1927 yılında A.W. Hull, dört elektrotlu lambayı (tetrodu) yaptı. Anot ile ızgara arasına bir ek elektrot yerleştirerek, bu bölgede elektrostatik bir



Anot-ızgara arası kapasite değeri küçük olan ve radyo frekans yükselticilerinde kullanılan bir triyodun iç yapısı. (üstte) 1920 yıllarında radyo alıcılarında kullanılan parlak elektron yayıcı triyot lamba. (solda) Dıştaki silindir, anottur. Anodun içinde görülen bobin biçimli tel, ızgaradır; onun ortasından geçen tungsten tel de, katottur. Arı tungsten, yüksek sıcaklıklar dışında iyi bir elektron salıcı değildir. Bu lambanın katodu, bir akümülatörün verdiği doğru akım yardımıyla ısıtılır. Akümülatörün gerilimi 2 volt, anot gerilimi de 90-120 volttur.



Yüksek güçlü, içi boşaltılmış bir triyot lambanın kapatılması. (solda üstte) Lambanın dış yüzü cam ve metalden yapılır. Metal aynı zamanda anot görevini üstlenir ve ısının hava akımıyla kolayca iletilebileceği biçime sokulur. Cam ile metalin birleştirilmesi, bir tezgâhta birleşme noktasına yöneltilen gaz demetleri yardımıyla gerçekleştirilir. Izgara ile katot, daha önceden vakumda yerleştirilmiştir.
Triyot lambanın bitmiş hali. (solda altta) Resimde, soğutmayı sağlayacak kanatlar da görülmektedir. Bu lambanın gücü 10 MHz'de 100 kW'tır.

ekran oluşturdu. Böylece, lambanın frekans bandı genişledi.

1928 yılındaysa, beşinci *(bastırıcı)* bir elektrot eklenerek, *pentot* lamba yapıldı. Ekran ızgara ile anot arasına yerleştirilen ek elektrot, lambanın düşük anot geriliminde çalışmasını düzeltiyordu. Bu lamba türü, özellikleri çok elverişli, frekans bandı da çok geniş olduğundan, günümüzde de yaygın biçimde kullanılmaktadır.

Uygulama ve kısıtlamalar: Elektronik bir parça olarak lamba, birçok alanda kullanılır. Radyo, televizyon, haberleşme, radar, osilatörler, hesap makinaları ve daha birçok uygulamada lambalardan yararlanılır. Ancak, lambaların fiziksel sakıncaları da vardır. Kolay kırılırlar, çarpma ve titreşimlerden kolayca etkilenirler. Genellikle büyük olduklarından, ısınmak için güç tüketirler. Pille çalışmaları güçtür. Ayrıca, ısıtma öğesinin ömrü sınırlıdır ve bozulduğu zaman lambanın değiştirilmesi gerekir. Oysa TRANSİSTÖR'de bu sakıncaların hiç biri bulunmaz. Bu yüzden, 1960'tan bu yana ticari amaçla piyasaya sürülen transistörler, birçok alanda lambaların yerini almıştır.

Lambalardan, televizyon gibi yüksek gerilim uygulamaları ile radyo ve radar vericileri gibi yüksek güç gerektiren yerlerde hâlâ yararlanılmaktadır. Ayrıca *tiratron* (TİRİSTÖR lamba), GEİGER SAYACI VE FOTOÇOĞALTICI TÜP gibi atom taneciklerini algılayan aygıtlarda, özel amaçlarla da kullanılırlar.

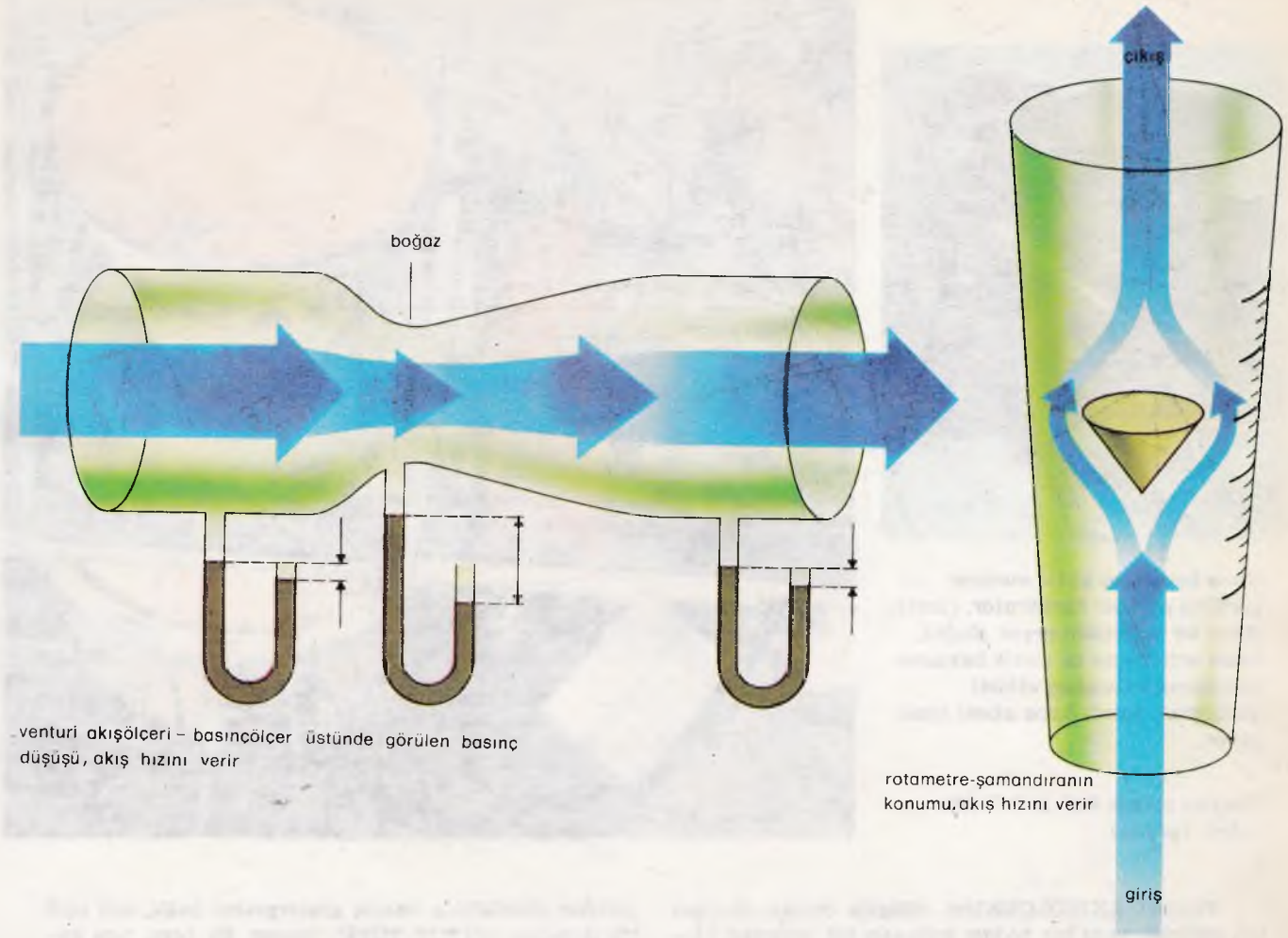
VANA Bk. VALF, MEKANİK

VAN DE GRAAF JENERATÖRÜ Bk. ELEKTROSTATİK

VENTURİ ETKİSİ

Hareketsiz sıvının yarattığı BASINÇ («statik basınç» diye adlandırılır), belirli bir yatay düzlemin bütün noktalarında aynıdır. Bu olgu, *hidrostatiğin* temelini oluşturur (Bk. STATİK VE HİDROSTATİK).

Hareket halindeki sıvıda söz konusu olgu, etkisini yitirir. Hareketli sıvının hızı herhangi bir nedenle artarsa, sıvının uyguladığı basınç düşer. Hızın artmasıyla basıncın azalması, «*venturi etkisi*» diye adlan-



venturi akışölçeri – basınçölçer üstünde görülen basınç düşüşü, akış hızını verir

rotametre-şamandıranın konumu, akış hızını verir

Venturi etkisiyle akış hızlarının ölçümü için iki yöntem. (üstte) Venturi akışölçerinde hız, bir basınç düşüşüyle ortaya çıkar. Rotametredeyse şamandıra, koni biçimli boruda bir daralmaya neden olur. Akış hızı, şamandıranın konumuyla gösterilir.

dırılır. Bu ad, sıvıların daraltılmış kanallardaki akışını ilk kez inceleyen İtalyan fizikçi G. Venturi'nin (1746-1822) anısına verilmiştir.

Birbirine paralel tutulan iki kağıt arasındaki hava tabakasının hızı artırılırsa (sözgelimi üfleme yoluyla), iki kağıdın birbirine doğru hareket ettiği görülür. Bunun nedeni, iki kağıt arasındaki basıncın, çevredeki atmosfer basıncına oranla azalmasıdır.

İlke: Venturi etkisi, İsviçreli matematikçi ve fizikçi Daniel Bernoulli tarafından 1738'de açıklanmış. Bernoulli, hareketli sıvıya, enerjinin korunumu ilkesini uygulamıştır. Bu tür bir sıvının, hareketinin (Bk. DİNAMİK) sonucu olarak *kinetik enerji*si, yerçekimi etkisi altında da *potansiyel enerji*si vardır (Bk. POTANSİYEL). Sıvının içindeki herhangi bir noktada, bu noktanın üstündeki sıvının yüksekliğiyle orantılı bir *statik basınç* bulunur. Statik basınç, bu noktadaki sıvının potansiyel enerjisinin ölçüsüdür. Sıvının kinetik enerjisi, akış oranının ya da hızının bir fonksiyonudur ve dinamik basıncın yükselmesine yolaçar. Sıvı akışından enerji çekilmediği ya da akışa enerji verilmediği sürece, enerji korunur. Bu yüzden, hızın artması sonucu ortaya çıkan kinetik enerjideki (ve dinamik basınçtaki) herhangi bir değişme, potansiyel enerjide, yani statik basınçta bir azalmaya yolaçacaktır. Bernoulli'nin çalışmaları, hava ve su gibi akışkanların özelliklerini inceleyen HİDRO-VE AERODİNAMİK'in temelini oluşturur. Bu temel kuramda, akışkan içindeki viskozite ve sürtünme kuvvetlerinin sıfır olduğu varsayılır. Suyun ve havanın düşük VİSKOZİTE göstermesi, kuramın akışkan özelliklerine oldukça yaklaşmasını sağlar. Ayrıca, akışın düzenli ve *laminer* olduğu varsayılır. Akışın düzensiz ve *girdaplı* olması, kuramsal çözümlemeleri aşırı derecede karmaşık hale getirir.

Bernoulli'nin enerji korunumuyla ilgili yasası, akışkanların sıkıştırılamaz olduğu varsayımına dayanır. Suya benzeyen sıvıların özellikleri, bu varsayıma oldukça uygundur. Ancak, kuramın, basınç değişikliklerinin yoğunluk üstündeki etkisini de gözönüne alacak, yani sıkıştırılabilir akışkanlar (gaz gibi) için de geçerli olacak biçimde değiştirilmesi gerekir.

Uygulamalar: Akışkanın hareketi sonucu ortaya çıkan basınç değişikliği, akış hızlarının ölçülmesi için çeşitli aygıtlarda kullanılır.

VENTURİ ETKİSİ

Hava borusu ve yakıt memesi görülen eski bir karbüratör. (üstte) Hava bir boğazdan geçer. Boğaz, hızın artmasına ve statik basıncın azalmasına (venturi etkisi) yolaçarak, yakıtı hava akımı içine çeker.

Venturi çıkışlı, katı yakıtlı bir roket. (sağda)

Venturi AKIŞÖLÇER'leri, düzgün olarak daralan bir bölümü, yani bir *boğazı* bulunan bir borudan oluşur. Bu boğaz, akışkan hızının artmasına yolaçar. Hızın artmasıyla birlikte statik basınçta, ölçülebilen bir düşüş de ortaya çıkar. Basınç azalması akış hızının karesiyle orantılı olduğundan, akış hızı belirlenebilir. Akışölçer (ya da debiölçer), gazların ve sıvıların akış hızlarını saptamak için kullanılır. Akış biçiminin bozulması, yani girdaplı olması sonucu ortaya çıkabilecek hataların azaltılması amacıyla, boruya verilen biçime özen göstermek gerekir.

Akış hızı ölçümlerinde kullanılan bir başka önemli aygıt da, «*rotametre*» adı verilen akışölçerdir. Bu aygıt, içinde bir şamandıra bulunan, düşey olarak yerleştirilmiş koni biçimli bir borudan oluşur. Akış olmadığı zaman şamandıra borunun dibine iner. Akışkanın şamandıra ile boru arasındaki halka biçimli dar aralıktan geçtiği sırada, şamandıranın üstünde bir basınç azalması ortaya çıkar. Böylece şamandıraya bir kaldırma kuvveti etkir.

Kaldırma kuvvetinin değeri, halka biçimindeki aralığın alanına ve akış hızına bağlıdır. Aralığın alanı, tüpün koni biçimine bağlı olarak artar. Belirli bir akış hızında, şamandıranın borunun içinde dengeye geldiği bir konum vardır. Bu, akış hızının, şamandıra konumuna bağlı olarak ölçülebilmesini sağlar.

Uçaklarda kullanılan hava hızı göstergeleri de, venturi etkisine göre çalışır. Bunlar genellikle, akış yönüne yöneltilmiş, basınç göstergesine bağlı, ucu açık bir borudan (PİTOT TÜPÜ) oluşur. Bu boru, ucu kapalı olan, ama bir dizi deliği bulunan başka bir boruyla çevrilmiştir. Deliklerden etkiyen basınç, statik hava basıncının, pitot tüpündeki basınçsa, dinamik basıncın bir ölçüsüdür. Statik ve dinamik basınç arasındaki fark, uçağın ilerleme hızını verir. Hız ne kadar yüksekse, basınç farkı da o kadar büyüktür.

Venturi etkisi, akış hızlarının ölçümü dışında, KARBÜRATÖR'lerde de kullanılır. Karbüratörde basınç düşüşü, yakıtın sistem içine emilmesini sağlar.

Başka sonuçlar: Akışın hızı, bir cismin bir yüzünde ötekinden daha fazla basınç oluşturabiliyorsa, basınç farkı, akış hızının düşük olduğu yüze bir kuvvetin etkimesine yolaçar.

Uçak kanadı kesiti olan AEROFOİL'in üst yüzü, alt yüzüne oranla daha eğridir. Havanın böyle bir kanada göre hareket etmesi durumunda, eğriliği fazla olan yüzey üstünden geçen akışın hızı, alttakinden daha yüksek olur. Üst ve alt yüzeyler arasındaki basınç farkı, genellikle «*kaldırma kuvveti*» diye adlandırılan ve yukarı doğru etkiyen bir kuvvetin ortaya çıkmasına neden olur.

Cismin bir yanındaki akış hızının öteki yandakinden fazla olduğu başka bir örnek de, dönen toptur. Yatay olarak giden ve düşey eksen çevresinde dönen bir topa, iki yandaki basınçların farkından kaynaklanan bir yanal kuvvet etkir.

VERİCİ Bk. RADYO

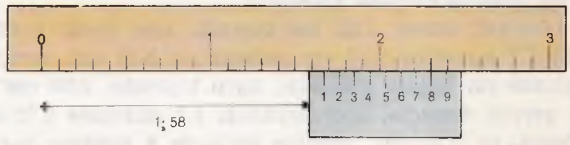
VERNİYE

Verniye, yalın dereceli ölçekle sağlananlardan daha duyarlı ölçümler elde etmede kullanılan bir düzenektir. MİKROMETRE'lerden TORNA tezgâhlarına kadar, duyarlı denetim ya da ayar gerektiren her yerde kullanılır. 1631'de, matematikçi Pierre Vernier tarafından bulunmuştur.

Normal bir ölçeğin doğruluğu, belirli bir aralığa sığdırılabilen bölümlerin sayısına bağlıdır. Sözgelimi, uzunluk ölçen bir ölçek, santimetre ya da santimetrenin onda biri halinde bölümlere ayrılır. Daha küçük bölümleri, hem belirtmek, hem de okumak zordur.

Bu sorunu ortadan kaldırmak için, biraz farklı büyüklükte başka bir ölçek, yani *verniye ölçeği* kullanılır. Ana ölçeklerle birlikte, verniye ölçeğinin yardımıyla, oldukça duyarlı ölçümler yapılabilir.

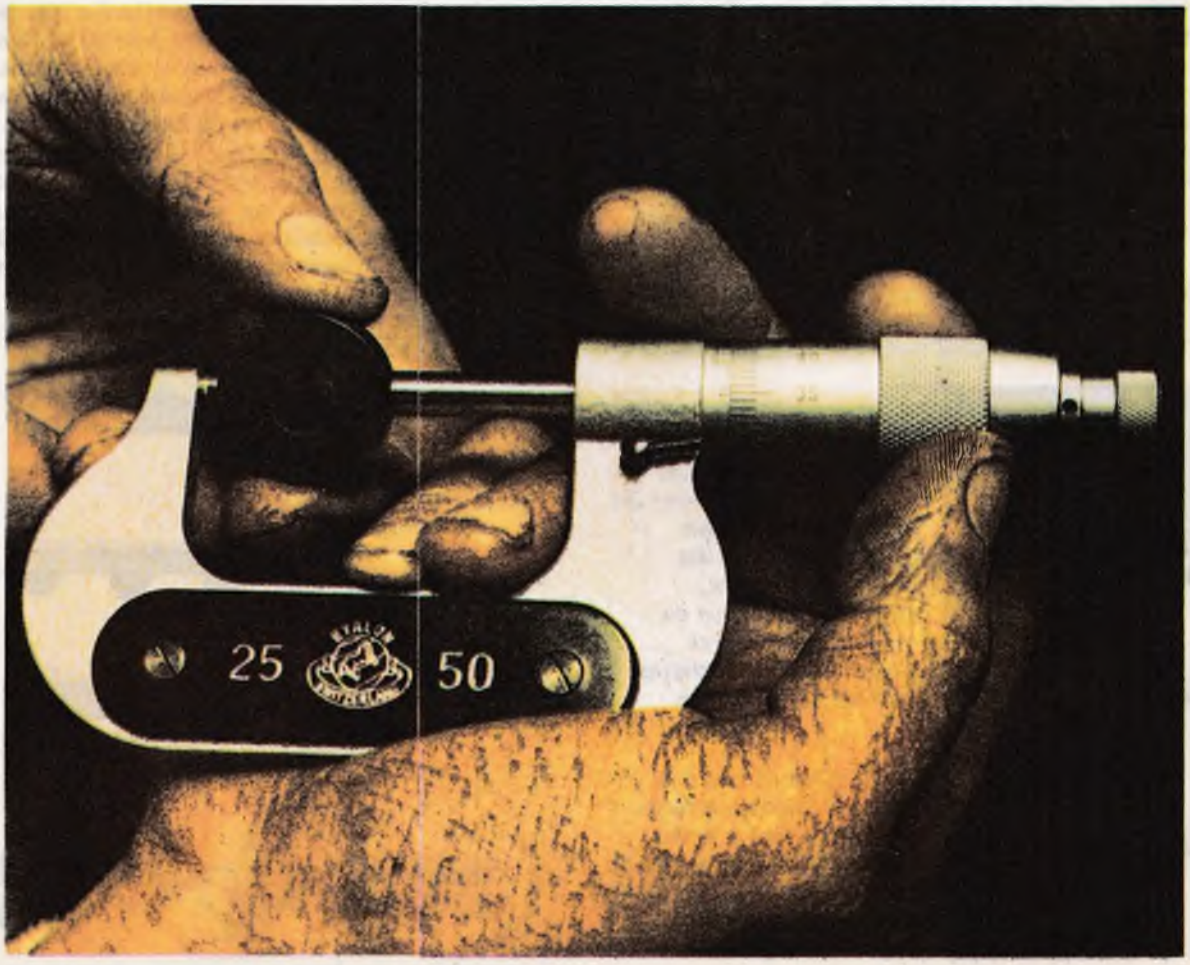
Verniye ilkesi: Verniyenin çalışma biçimi, ana ölçek ile verniye ölçeği arasındaki *farka* dayanmaktadır. Sözgelimi bu fark, santimetrenin yüzde biri (0,01 cm) gibi bir sayı olarak ele alınabilir. Normal uygulamada Verniye ölçeği ana ölçekten pek az küçük yapılır. Sayı sırası tersse, daha büyük bir ölçek de kullanılabilir.



Örnek olarak, ana ölçek üstünde, bir sonraki ondalık sayıyı bulmak için, 1,5 ve 1,6 cm arasında bir ölçümü belirten bir nokta ele alınabilir. Verniye üstündeki sıfır işareti, ana ölçeğe ayarlanır ve hangi verniye bölümünün ana ölçekteki sayı üstüne geldiği bulunur. Yukardaki örnekte, verniye değeri 8'dir ve duyarlı ölçüm 1,58 cm olmaktadır.

Bu ölçüm şu biçimde açıklanabilir: Her verniye bölümü, ana ölçekten 1/10 küçüktür; yani 10 verniye bölümü 9 ana ölçek bölümüne (0,9 cm) eşittir. Bunun

Bu verniyeli mikrometre, milimetrenin 1/1 000'ini (mikron) ölçebilmektedir. (altta) Hareketsiz kesimde 1/2 mm bölümlü kaba ölçek yeralmaktadır. Dönen kesimde 0,01 mm'lik bölümler vardır (1 tur = 1/2 mm).

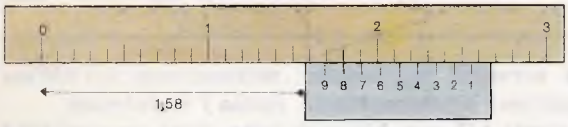


tersini düşünecek olursak, «gerçek» sonuç 1,51 olsaydı, o zaman «gerçek» değerden sonraki ana ölçek bölümü (1,6) 0,09 cm olacak ve 0,09 cm, verniye ölçeğinde bir bölüme karşılık gelecekti.

Gerçek sonuç 1,52 cm olsaydı, ana ölçek üstündeki 1,7 işaretine 0,18 cm gelecek ve 0,18 cm, verniye üstünde iki bölüm olacaktı. Aynı biçimde, 1,58 cm'lik bir gerçek sonuçla, ana ölçekteki 2,3 işaretine 0,72 cm gelecek ve 0,72 cm, verniye üstünde 8 bölüme karşılık gelecekti.

İki ölçek arasında çok az fark olduğundan, verniye ölçeği üstündeki bir nokta, ana ölçek üstünde yalnızca bir bölümü karşılar ve böylece sonuç kesin olur.

Ters verniye ölçeği: Verniye ölçeği bölümleri ana ölçek bölümlerinin 1/10'undan büyükse, 10 verniye bölümü 1,1 cm'ye ya da bir verniye bölümü 0,11 cm'ye karşılık gelecektir. Bu durumda verniye numaralama sırası ters olmalıdır.



Gerçek değer 1,59 cm'yse, 1,7'lik ana ölçek işaretine 0,11 cm gelecek demektir. Ama, 0,11 cm, uçtan bir verniye bölümü uzaklıktadır. Verniye ölçeği geriye doğru numaralandığından, bu, verniye ölçeğinde 9'a karşılık gelir. Aynı biçimde, gerçek değer 1,58 ise, 1,8'lik ana ölçek işaretine 0,22 cm karşılık gelir. 0,22 cm'nin verniye'de iki bölüm halinde olmasından ve ters numaralamadan dolayı, ana ölçekte 1,8'e karşılık gelen verniye değeri 8'dir.

VİDA

Vidanın ilk ortaya çıkışına ilişkin kesin bilgiler elde edilememiştir. Ama bazı vidalı aygıtların ve ARKHİMEDES BURGUSU'nun, İ.Ö. III. yüzyılda Yunanistan ve Mısır'da kullanıldığı bilinmektedir. İ.Ö. I. yüzyılda, şarap ve zeytinyağı üretiminde kullanılan preslerde, ağır tahta vidalardan yararlanılmıştır. Bu uygulama, çağdaş krikolarda olduğu gibi, vidanın kuvvet iletme amacıyla da kullanılabileceğini ortaya çıkarmıştır. İlk metal vida ve cıvatalar, XV. yüzyılda ortaya çıkmış ve bazı Ortaçağ zırhlarında kullanılmıştır.

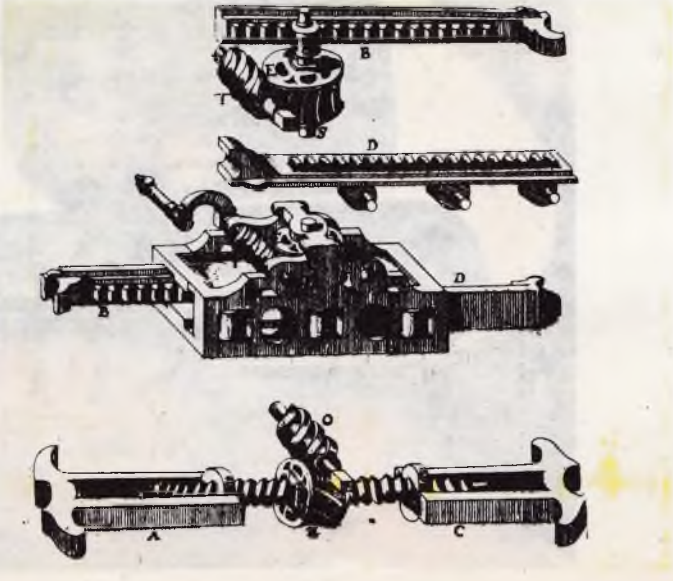
Vida, üstünde üçgen kesitli sarmal bir diş bulunan, silindir biçimli bir çubuktan oluşur. İki çeşit vida vardır: *Cıvata*lar; *ağaç vidaları*. İkisi de metaldir, ama cıvatalar değişmez çaplıdır ve *somun*lara uyar. Ağaç vidalarıysa, sivri uçludur ve girdikleri tahtada diş açarlar. İki tipin de çalışma ilkesi aynıdır: Vida döndükçe sarmal dişler, dönme hareketini eksenel harekete dönüştürür. Bu özellik, vidaların, sıkıştırma dışındaki alanlarda da kullanılmalarını sağlar. TORNA tezgâhındaki tabla hareket mili ve vidalı MİKROMETRE, vidanın güç iletmede ve eksenel ölçüm sağlamada kullanılan örnekleridir.

Cıvataların makina parçalarını birleştirmede kullanılan pek çok çeşidi vardır. Bunlar, ya somun ya da diş açılmış deliklere takılırlar. Cıvatalar, sıkıştırılınca gerilirler ve böylece oluşan eksenel gerilme, parçaları bir arada tutar. Küçük vidaların başları, genellikle normal ya da yıldız tornavida için yarılmıştır. İnbüs anahtarlar için altıgen gömme başlar da vardır. Büyük cıvatalar genellikle altıgen başlıdır. Bunlara, açık uçlu anahtarlarla büyük kuvvetler uygulanabilir.

Dişler: Cıvatalara değişik biçimli dişler açılabilir. Ülkemizde eskiden beri, *ince* ya da kalın *Whitworth* dişleri kullanılır. Endüstri Devrimi sırasında geliştirilmiş olan bu dişlerin tepe açısı 55°'dir. İnce ve kalın dişler arasındaki fark, dişlerin sık ya da seyrek olmasıdır. Uluslararası Standartlaştırma Örgütü (İSO), İSO sistemine uyacak biçimde diş kullanılmasını önermektedir.

Saç vidası: Cıvataların ve ağaç vidalarının yanı sıra, üçüncü çeşit bir vida vardır: *Saç vidası*. Bu vida,

İnşaatlarda kullanılan ayarlı payanda. (solda) İki parça halindedir. Alt bölümünü dişli kesim oluşturur. Dişli kol, çevrilince yukarı ya da aşağı hareket ederek, payandanın yüksekliğinin ayarlanmasını sağlar.



XVII. yüzyılda çizilmiş, parmaklıkları aralamada kullanılan iki tür kriko. (sağda) Bunlarla, kuşatılan kentlere kanalizasyon ve su kanallarından giriş sağlanmaktaydı.

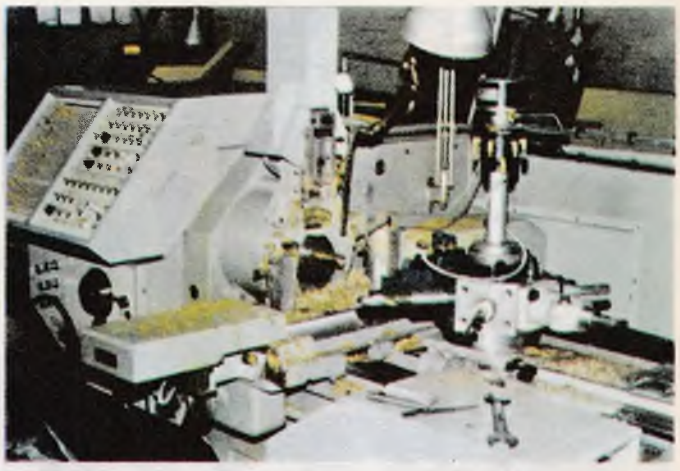
İtalya'da Pompei'de ortaya çıkarılmış, üzüm ve zeytin sıkmada kullanılan vidalı pres. (üstte)

metal, plastik, cam elyafı, asbest gibi maddelerde açılan vida çapından dar yuvalara sokulduğunda, kendi yivlerini açar. Yivler, oyukta, madde kaldırma yoluyla açılır. Bu tipin daha gelişmiş bir biçimi, diş açmada kullanılan *kılavuz*lardır.

Vidalı kriko: Güç ve hareket ileten vidalara, «*güç vidaları*» adı verilir. Bunlardan biri, döndürme momentini kaldırma kuvvetine çeviren vidalı krikodur. Vidalı krikonun bir türünde, ağır bir cismi kaldırmada kullanılan itme kuvveti, hareketsiz bir somun içinde döndürülen bir cıvatayla oluşturulur. Vidayı çevirmede kullanılan uzun bir kolla küçük bir kuvvet, büyük bir kaldırma kuvveti oluşturur. Bu durumda kriko, yüksek *mekanik kazanç* sağlar.

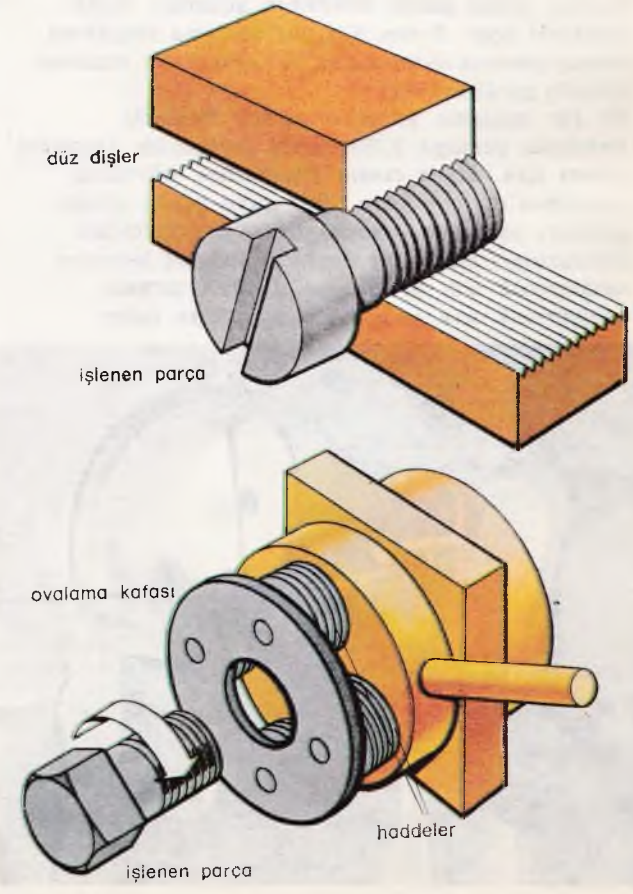
VİDA ÜRETİMİ

Vidalar, vida yivi ya da dişi ilkesini geliştirmiş olan ARKHİMEDES'ten (İ.Ö. 287-212) bu yana kullanılmaktadır. Ne var ki, günümüzün vidalarına benzeyen metal vidaların, saat ve silah gibi üretim mallarında bol miktarda kullanılmaya başlanması, ancak Rönesans'ta gerçekleşmiştir. Bunun nedeni, metal parçalara diş açma konusunda çekilen büyük güçlüktü. İlk vidalar, ya eğeyle ya da bir çubuğun çevresine tel lehimlenerek yapılırdı. Bu üretim yöntemiyle



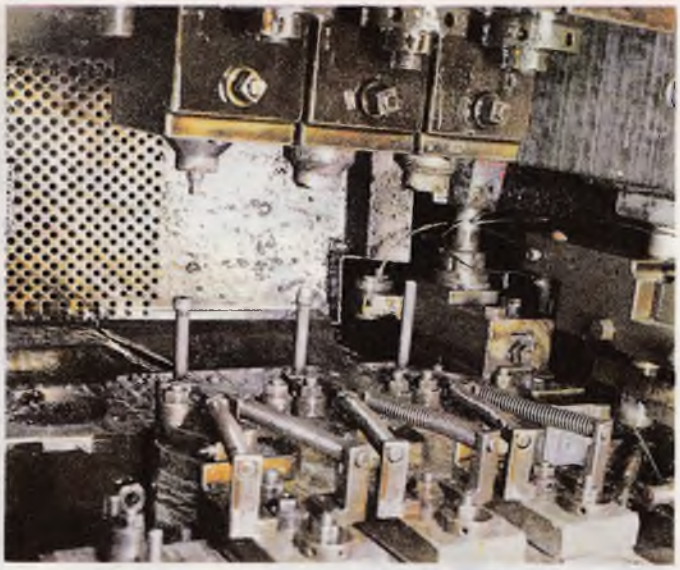
Oldukça küçük parçalara yiv açmak için kullanılan, programlanabilen bir tezgâh. (üstte) Resmin sağındaki revolverden uzanan takım, iç diş açmak için kullanılan bir kılavuzdur.

Dişsiz cıvata gövdesi üstüne, plastik biçim değiştirmeyle diş açmak için kullanılan iki yöntem. (altta) Düz hareketli yöntemde, cıvata gövdesi, iki düz kalıp arasında ovalanır. Silindir biçimli yöntemdeyse, cıvata gövdesi, silindir biçiminde düzenlenmiş haddelerin içinde döndürülür.



1

2



Vida üretimini gösteren beş resim. (üstte ve altta) Resim 1'de soğuk kafa şişirme tezgâhına tel iletilmesi görülmektedir. Tezgâh, telin ucuna iki darbe vurarak kafayı şişirip, teli keser. Resim 2'deyse çok aşamalı transfer tipi kafa şişirme tezgâhı yeralmaktadır. Resim 3'te kafaya yarık açma makinası görülmektedir. Dişsiz cıvata gövdeleri kasnağın çevresindeki oyuklara kelepçelenir ve kasnak yavaş yavaş döndükçe yuvarlak bıçak yarıkları açar. Resim 4'te, diş aralama tezgâhına cıvata gövdesi ileten aygıt, 5. resimde de ovalama tezgâhı görülmektedir.

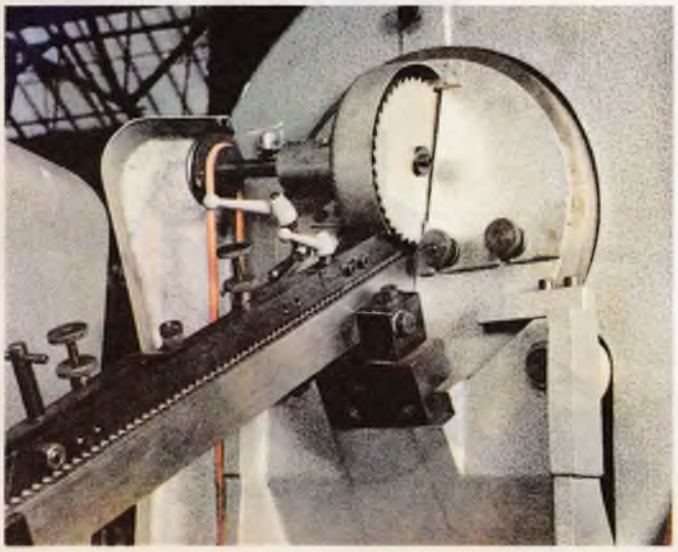
Üç tür ovalama yöntemi vardır. Bunlarla dakikada yaklaşık 2 000 cıvata üretilebilir. Ovalama işlemi için, dişsiz cıvata gövdesinin, bitirilmiş cıvatanın dış çapından biraz daha küçük olması gerekir; çünkü diş, plastik biçim değiştirmeyle oluşturulur. Başka bir deyişle, dişin alt kesimini oluşturmak için alınan metal, dişin üstünü oluşturmak için yukarı sıvanır. Dişin talaş kaldırılarak açılmasındaysa, dişsiz cıvata gövdesinin çapı ile bitirilmiş cıvatanın dış çapı aynı olur ve metalin bir bölümü atılır. Bu yöntem, malzeme ziyanına neden olur.

standart vida yapımı olanaksızdı.

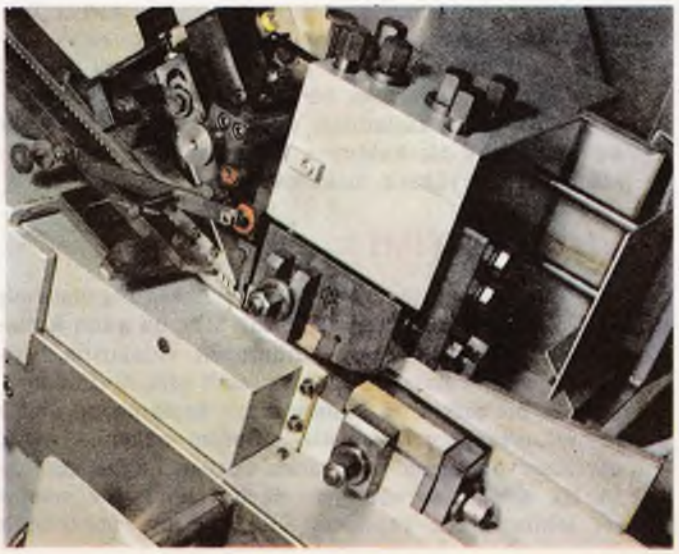
Leonardo da VİNCİ (1452-1519) vida dişi açmak için makina planları yaptı; ama ilk diş açma makinasını, 1586'da Fransız Jacques Besson geliştirdi. Diş açmada ikinci önemli gelişme, 1760'ta gerçekleştirildi. İngiliz Job ve William Wyatt kardeşler, dakikada yaklaşık on cıvataya diş açan bir yöntemin patentini aldılar. Ayrıca, cıvata üreten bir fabrika kurarak, seri üretimin bilinen en eski örneklerinden birini ortaya koydular. Ama, günümüz mühendislerinin hâlâ kullandığı duyarlı ve bilimsel tekniği ortaya çıkaran ilk diş açma TORNA'sını, 1800-1810 yılları arasında İngiliz Henry Maudslay gerçekleştirdi.

Aşağı yukarı aynı dönemde, A.B.D'nde David Wil-

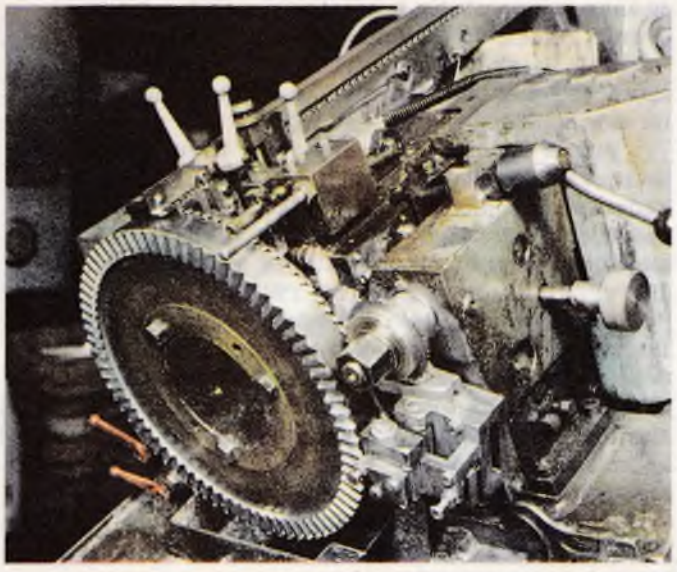
4



5



3



kinson da bir cıvata tornası yaptı. 1845'teyse Stephen Fitch, bir silah siparişi için cıvata üretme amacıyla, özel olarak planlanmış ilk *revolver tornayı* geliştirdi. Amerikan İç Savaşı'ndan kısa bir süre sonra Christopher Walker, kendi ürettiği otomatik tüfeklerin montajını kolaylaştırma amacıyla, yalnızca cıvata üreten tam otomatik tornayı gerçekleştirdi.

Dişlerin tezgâhlarda açılması, günümüzde hâlâ uygulanan bir yöntemdir. Ama seri üretimde bu yöntemin yerini, cıvata ve benzeri dişli parçaların üretimi için kullanılan, «*ovalama*» denen bir yöntem almıştır. Ovalama işlemini ilk kez 1836'da A.B.D'nde William Keane'in ortaya çıkardığı sanılmaktadır. Ancak, cıvataların yapımında kullanılan demirin ovalama kalıplarının kuvveti altında kırılma eğilimi göstermesi nedeniyle, bu yöntem başlangıçta pek başarılı olmamıştır.

Cıvataların talaş kaldırılarak üretilmesi yöntemi, yalnızca öteki tekniklerle üretilmesi çok güç olan değişik tipteki cıvatalar ile çok büyük ve çok küçük cıvatalar için kullanılmaktadır. Bu amaçla, belirli uzunluklarda kesilmiş altıgen ya da yuvarlak malzeme işleyen standart otomatik tornalar ya da özel otomatik cıvata makinaları kullanılır. Cıvataların talaş kaldırılarak işlenmesi, malzeme ziyanına ve işin yavaş yürümesine neden olur. Bu yüzden, söz konusu yöntemde çok nitelikli cıvatalar elde edilmesine karşılık, üretim maliyeti yüksektir.

Cıvataların boyutları, kafa tipleri ve kullanılan malzemeler çok değişiktir. Yakın zamana kadar dişlere çeşitli biçimler veriliyordu. Ancak, değişik diş biçimlerinin standartlaştırmada ve üretimde sorunlar ortaya çıkarması nedeniyle, 1966 yılında Uluslararası Standartlaştırma Örgütü (İSO), dişlerin en çok kullanılan İSO ölçüleriyle sınırlanmasını, ayrıca, yalnızca kalın ve ince *hatveli (adım)* olarak yapılmasını önerdi. Bu öneri, birçok ülkede kabul edildi ve üretimde önemli yararlar sağladı. «*Temel hatve*» de denen hatve, bir diş üstündeki bir nokta ile bir sonraki diş üstündeki, birincinin karşısına gelen ikinci nokta arasındaki uzaklıktır. Hatve ya da adım, bir santimetre ya da inçdeki diş sayısı anlamında da kullanılmaktadır.

Cıvatalar, düşük ve orta karbonlu çelik telden, paslanmaz çelik, nikel alaşımları, pirinç ve alüminyum alaşımlarına kadar değişen, çeşitli metallerden yapılır. Bu metaller, uygulanan *kafa şişirme* yöntemlerine elverişlidir. Bazılarının işlenmesi, ötekilere oranla daha zordur. Ama, temel üretim yöntemleri birbirine benzer.

Soğuk kafa şişirme: Soğuk kafa şişirme, metal bir çubuğun ya da telin ucunda, belirli büyüklük ve biçimde bir kafa ortaya çıkarmak ya da *şişirmek* (Bk. DÖVME, metal) için kullanılan bir yöntemdir. Üretim, oldukça yüksek hızlı, kesintisiz işlemlerden oluşur. Tel, bir *kasnağa* ya da *besleme* aygıtına takılmış bir bobinden sağlanır. Bobinin ucu, bir sonraki bobine kaynakla bağlanabilir. Tel, bir düzeltme biriminden geçerek, tezgâha girer. Tezgâhta, önce gereken uzunlukta kesilir; sonra, gerekli biçimi alması için, tungsten-karbür bir kalıp içinde dövülür. Kafanın biçimi, altıgen, yuvarlak, gömmebaş, vb. olabilir. Kafanın şişirilmesinden sonra, parça, öteki işlemlerden geçmesi için otomatik olarak bir başka aygıta iletilir.

Soğuk kafa şişirmede başlıca iki tip tezgâh kullanılır: İki parçalı (açık) kalıplı; tek parça (kapalı) kalıplı. İki parçalı kalıplar, toleransı büyük olan, ortalamanın üstündeki uzunluklarda cıvataların ya da parçaların yapımında kullanılır. Tek parça kalıplardansa, daha büyük bir duyarlılık (dar toleranslar) elde etmede ve belli bir derecede inceltme, yani cıvata gövdesinin çapında bir daralma sağlamada yararlanılır. Kalıbın içinde yapılan inceltme işlemi, üretimin sonraki aşamasında malzemede diş açılırken, dış çapın doğru olmasını sağlar. Cıvata üretiminde soğuk kafa şişirme tezgâhları, dövme sırasında tek ya da çift darbeli olmalarına göre de sınıflandırılırlar. Tek darbeli makinalar, kafayı şişiren darbeyi, tezgâh volanının her dönüşünde bir kez uygulayarak, dövme çekicinin her vuruşunda bir cıvata kafası ortaya çıkarırlar. Çift darbeli makinalaraysa, iki zımbası bulunan bir indeksleme kafası takılmıştır. Bu zımbalar, aynı dönüş sırasında uygulanırlar. Dolayısıyla, bir cıvata kafası oluşturmak için çekicin iki kez vurması gerekir. Zımbalar yerine, kalıbın indekslenmesi de olanaklıdır. Üretim hızı, cıvatanın çapına ve uzunluğuna bağlı olarak, dakikada 100 parça ile 550 parça arasında değişir.

Soğuk kafa şişirme tezgâhlarının daha gelişmiş bir tipi, transfer tezgâhıdır. Bu tezgâh, birbirlerine bir aktarma mekanizmasıyla bağlanmış bir dizi tek darbeli ve tek kalıplı kafa şişirme tezgâhına benzer. Transfer tezgâhında cıvata gövdesi, her darbeden sonra kalıptan otomatik olarak çıkar ve kafa şişirme işleminin öteki aşamaları için başka birimlere gider. Bu tip tezgâhın başlıca üstünlüğü, pah kırma, redüksiyon ve sivriltme işlemlerinin aynı tezgâhta yapılmasını sağlamasıdır. Soğuk kafa şişirme çok gürültülü bir işlem olduğundan, söz konusu tezgâhlar için ses geçirmez koruyucular geliştirilmektedir.

Soğuk kafa şişirmenin, yüksek üretim hacmi sağlaması ve malzeme ziyanını bütünüyle ortadan kaldırması (bu nedenle soğuk kafa şişirme, «talaşsız» üretim yöntemi diye de adlandırılmaktadır) gibi birçok olumlu özelliği vardır. Soğuk kafa şişirme ayrıca, malzemenin tane çizgilerinin cıvatanın geometrisini izlemelerini sağlayarak, özellikle kafanın cıvata gövdesine birleştiği yerde gerilmelerin ortaya çıkmasını önler. Bu işlem, yüksek gerilmeli uygulamalarda düşük karbonlu çeliklerin kullanılmasına da olanak sağlar. Kafanın oluşturulması sırasında kullanılan soğuk işlem, malzemenin mekanik niteliklerini geliştirir.

Soğuk kafa şişirmenin sakıncaları, genellikle boyutla ilgilidir. Sözgelimi, çok küçük ya da çok büyük cıvataların bu yöntemle yapılması ekonomik olmaz. Çok küçük cıvatalar sıkıştırma sorunları yaratır; çok büyük cıvatalar da büyük ve güçlü tezgâhlar gerektirir.

Soğuk kafa şişirme ile diş ovalama işlemi arasındaki aşamalar, kafaya yarık açılması, pah kırma ve sivriltmedir.

Ovalama: Ovalama da bir soğuk işlemdir. Cıvata gövdesine dişler, sertleştirilmiş iki kalıp arasında gövdenin, tek bir işlemle haddelenmesiyle açılır. Ters profilli kalıp dişlerinin cıvata gövdesine gömülmesiyle, malzeme, *plastik biçim değiştirme*ye uğrayarak, diş aralarındaki boşluklara dolar. Üretim, cıvata gövdesinden metal atılmadan, yer değiştirmeyle gerçekleştirildiği için, dişlerin açıldığı dişsiz cıvata gövdesinin çapı, son çaptan biraz küçük olmalı, yani *ortalama çap*a yaklaşık eşit olmalıdır.

Ortalama çap, «*etkin çap*» diye de adlandırılır. Ortalama ya da etkin çap, kuramsal bir silindirin çapıdır. Bu silindir yüzeyinin diş aralığının, hatvenin yarısına eşit olan noktadan geçtiği kabul edilir.

Üç tip ovalama işlemi vardır: Düz hareketli kalıplı; merkezsiz silindir biçimli kalıplı; planet kalıplı. İlk iki işlemde, dişsiz cıvata gövdesinin çapına bağlı olarak, üretim hızı dakikada 60-250 parçaya çıkabilir. Planet kalıplı işlemdeyse dakikada 60-2 000 parça üretilebilir. Düz hareketli kalıplı yöntemde iki düz kalıp bulunur. Bunlardan biri hareketsizdir. Öteki, ileri-geri hareket edip, dişsiz cıvatayı ovalar. Merkezsiz silindir biçimli kalıplar iki ya da üç yuvarlak kalıptan oluşur ve cıvata gövdesi bunlar arasında ovalanır. Planet kalıplardaysa, cıvata gövdesi hareketsiz tutulup, kalıplar onun çevresinde döndürülür.

Ovalama işlemlerinin çoğunda dişsiz cıvata gövdeleri kalıba, titreşen bir aygıttan, bir oluk aracılığıyla otomatik olarak gönderilir. Bu otomatik aygıt, cıvata gövdelerinin kalıba, istenen hız ve yönde gönderilmelerini sağlar.

VİDEO KAYIT

İlk video kayıt sistemi 1928'de, John Logie Baird'in «fonodisk»i geliştirmesiyle ortaya çıktı. Fonodisk, 25 cm'lik, 78 devirli bir plaktı ve birçok bakımdan, o zaman kullanılan ses kayıtlı normal plaklara benzemekteydi. Plağın üstüne yiv ve setler (izler) halinde 30 satır taranarak, bir televizyon sinyali kayıt edilebiliyordu. Ancak, 1936 yılında, 30 satır taramalı sistemler kaldırılarak, çok daha net görüntü sağlayan 405 satıra geçildiği için, fonodisk, ticari anlamda yaygınlık kazanamadı.

Dizayn sorunları: Modern video kayıt sistemleri, magnetik teyplerin geliştirilmesi ve normal işitme frekansının da dışına çıkıp, çok yüksek frekansları kaydedebilen (dolayısıyle, siyah-beyaz ya da renkli TV sinyallerine uygun olan) bantların yapılması sonucu, 1950 yıllarında ortaya çıktı (Bk. TEYP).

Bir video sinyalinin kaydında ortaya çıkan güçlük, yalnızca frekansın çok yüksek oluşundan (6 MHz'den büyük) kaynaklanmaz, 20 oktavlık aralıkları kapsayan frekans da sorun oluşturur. İlk video aygıtında sinyaller, bant üstüne boylamasına kaydedilmekte ve kullanılan ilke, normal ses kayıtlarındakine benzemekteydi. Bunların sinyal aralığı, ancak 10 oktav düzeyinde olabiliyor ve video sinyalini geniş bant kalınlıklarına ayırıp, paralel izlere kaydedebilecek bir yöntemin bulunması gerekiyordu.

Ayrıca, aygıtın kaydedebileceği sinyallerin 1,5 MHz'in üstüne çıkması zorunluydu ve bu durum bant geçiş hızının çok yüksek olmasını (6,1 m/san) gerekli kılıyordu. 1950 yıllarında bu türden (boyuna kayıt yapan) çok sayıda aygıt yapıldı ve renkli TV sinyalleri başarıyla kayıt edildi.

1956'daysa Ginsberg ve Dolby, profesyonel kayıt tekniğinde devrim yaratacak yeni bir aygıt geliştirdiler. Bunların yaptığı Ampex video teypinin bant hızı oldukça düşük (38 cm/san) tutulabiliyordu. Bandın genişliği 5 cm'ydi ve kafa grubunun önünden geçirildikten sonra, vakum «güdücü» yardımıyla, yarı dairesel bir biçime sokulabiliyordu.

Kafa grubu, küçük bir elektrik motorunun çevirdiği tambur üstünde yeralır ve birbiriyle 90°'lik açı yapacak biçimde yerleştirilmiş dört kafadan oluşur. Bu kafalar sırayla, önlerinden geçen bandı tararlar. Kafalardan biri bandın üstünden ayrılırken, hemen arkasındaki, bandın alt kenarını tarar. Kafa ile bant hızının eşzamanlanmasıyla, değiştirme işleminin (kafanın biri ayrılırken, ötekinin alttan yaklaşıp taraması) ölü peryot içinde yapılması sağlanır; böylece, resimde oluşacak girişimler önlenir.

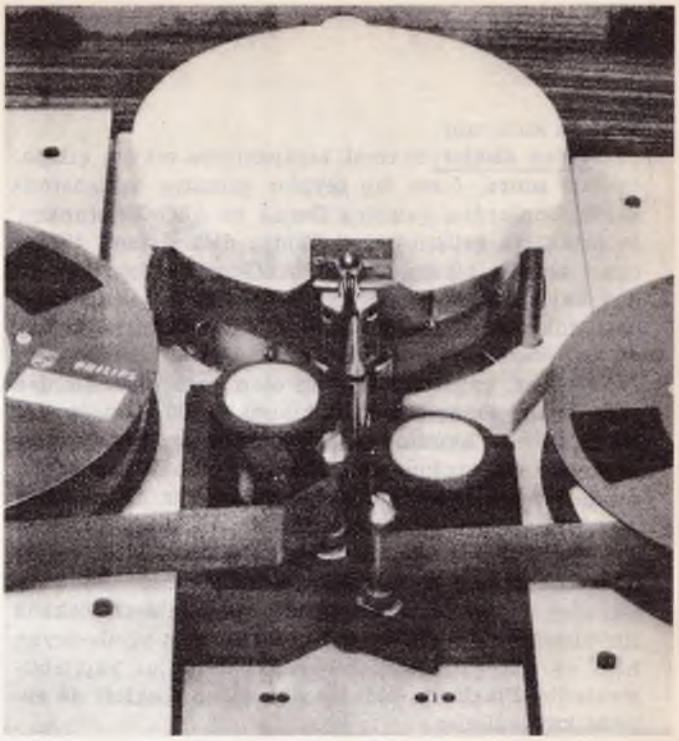
İlk aygıtlarda, kafaya giden sinyaller, motor şaftına bağlı bilezik ve fırçalar tarafından beslenirdi. Modern aygıtlarda bu işlem, özel transformatörlerle gerçekleştirilir. Enine kayıt yapan bu aygıtlara tambur üstündeki başlık düzenlemesi nedeniyle «kuadrupleks video teyp» denilir.

Kuadrupleks video teyplerde kafa hızı 39,4 m/san'dir. Bunlar, boyuna kayıt alan aygıtlara göre çok daha yüksek frekansları algılayabilirler; ama video sinyallerinin, kayıt kafalarına gelmeden önce, bir ön işlemden geçirilmesi zorunludur.

Kameradan gelen sinyal, önce 50 MHz'lik bir taşıyıcı frekansının FREKANS MODÜLASYONU'nda kullanılır. Oluşan frekans bandı, 49,1 ile 52,1 MHz arasında değişir. Bu frekanslar, Ampex teypleri için bile yüksek olduklarından, 6, 3 - 9,3 MHz arasına dü-

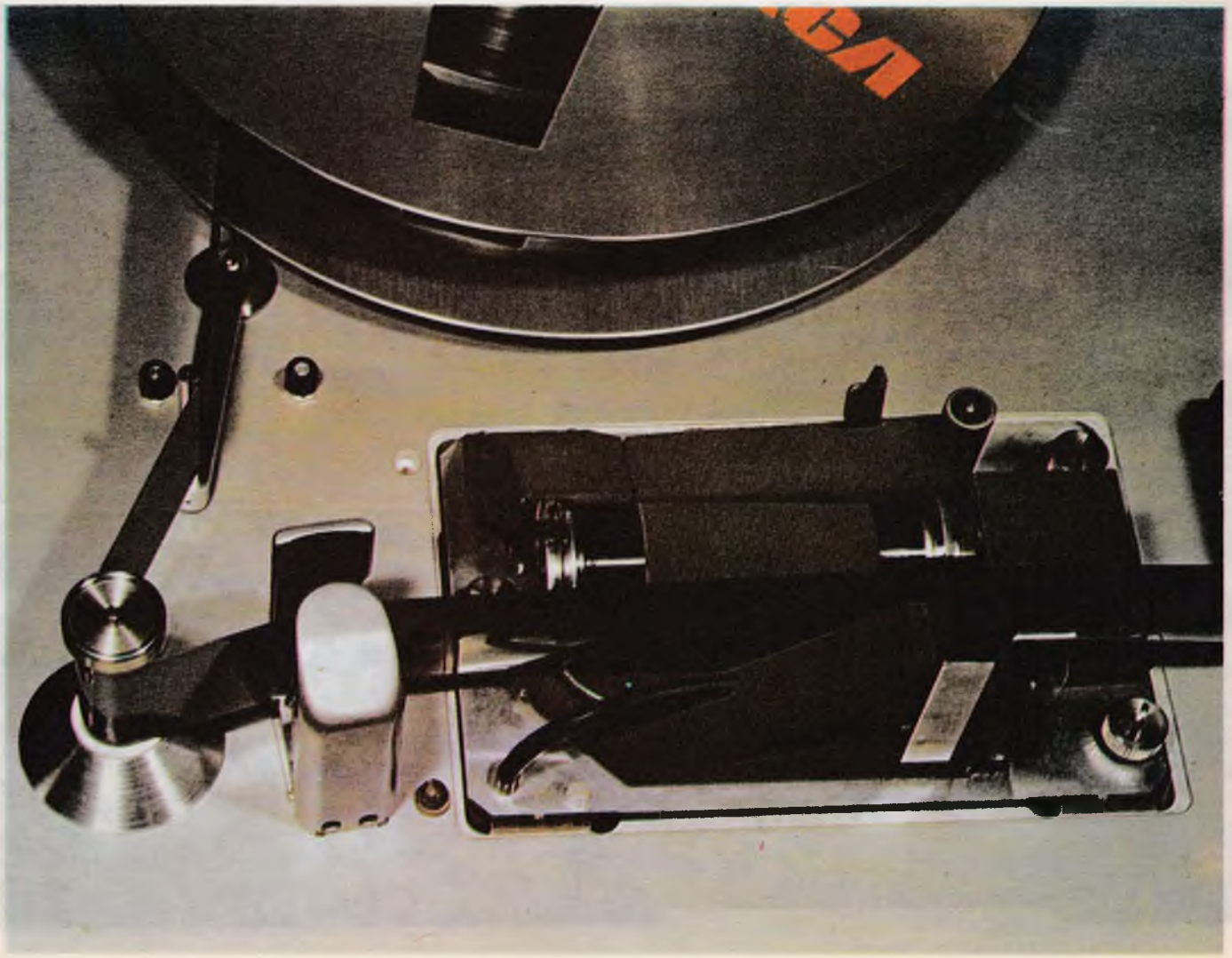
şürülürler. Gelen sinyalin bu biçimde modüle edilmesinin başlıca amacı, kafa ile bant hızı arasındaki uyuşmazlıktan doğacak sinyal hatalarının giderilmesidir.

İşlemden geçmiş frekans bandı, aynı anda bütün kayıt boşluklarına gönderilerek, elektrik sinyalinden magnetik kayda dönüştürülür. Modülasyon sırasında, Philips sistemlerinde 650 kHz, Sony sistemlerindeyse



Video sinyalleri 6 MHz'e kadar frekanslar içerirler. Bunları kaydetmek ve oynatmak için, özel olarak düzenlenmiş kafalar gerekir. Resimde (sağda) görülen sistemde, döner tambur üstüne yerleştirilmiş dört kafa vardır. Tambur çevresinde bükülen bandı, bu kafalar tarar.

Sarmal kayıt sistemi. (altta) Bu, yüksek bant hızı sağlayan başka bir tekniktir. Bant, tambur çevresine sarmal olarak sarılmıştır. Kafalar, tambur içindeki bir yarığa yerleştirilmiştir ve dönerken, bant uzunluğu ile 3°'lik bir açı yapacak biçimde bandı tararlar.



500 kHz kullanılır.

Video diskler: Sarmal tarayıcıların ortaya çıkmasından sonra, öteki tip teypler prototip aşamasında kaldı. Bunlardan yalnızca Decca ve AEG Telefunken'in ortaklaşa geliştirdikleri Teldec disk sistemi 1975'te ticari amaçla piyasaya sürüldü. Gerçekte fonodisk video kayıt sistemine dönüşü simgeleyen bu sistemle, bazı düzenlemelerle, 3 MHz'e kadar frekanslarda kayıt ve oynatma yapılmaktadır.

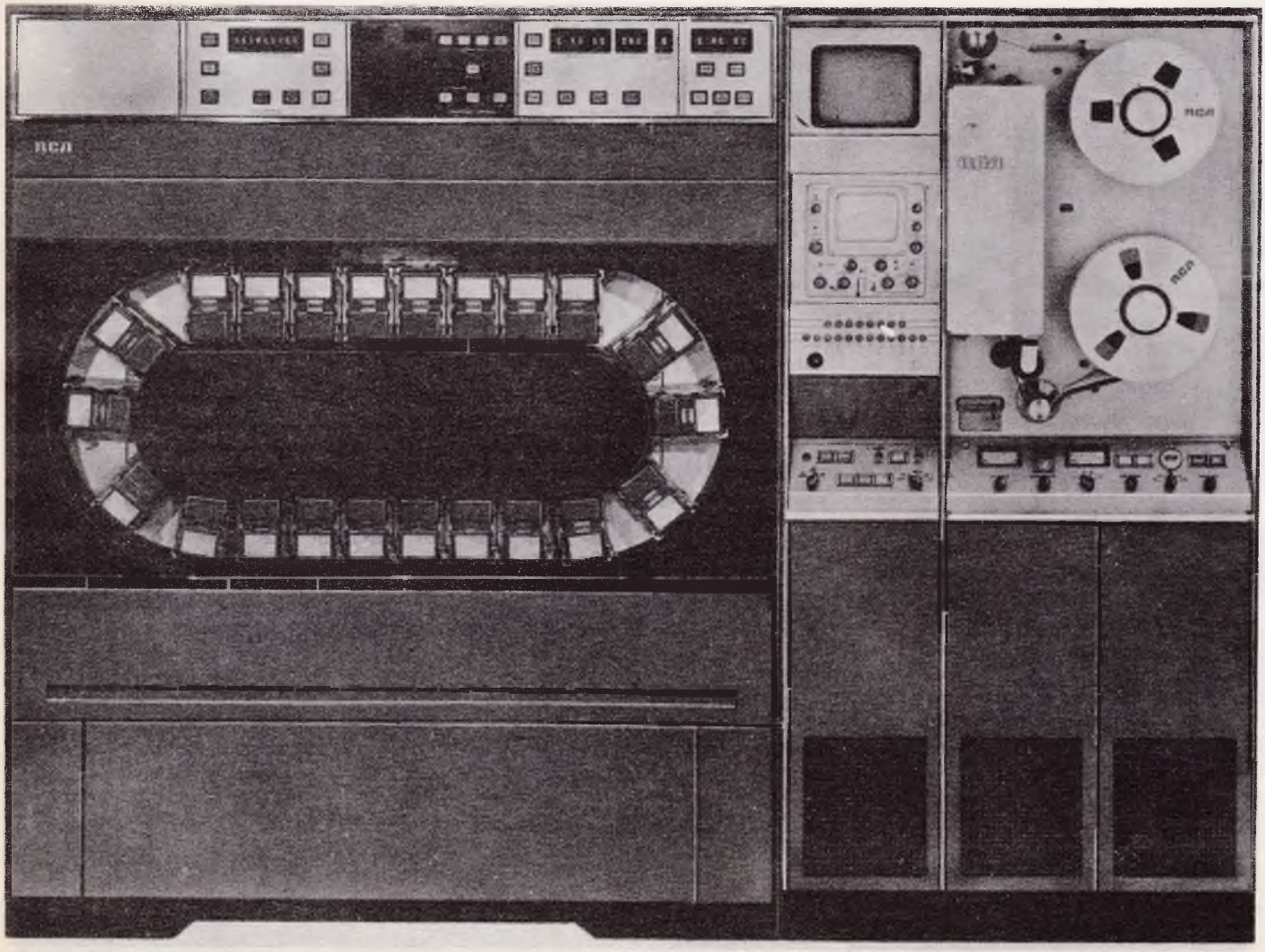
Diskler, çapları 20-30 cm olan ince plastiklerden yapılmıştır. Dönme hızı dakikada 1 500 devirdir (50 Hz'lik şebeke akımında). Pikap kolu ve iğnesi düşey konumda tutturulmuştur. Diskse, bir hava yastığı üstünde iğneye değinceye kadar yükseltilir. Disk, esnek olduğundan, yiv ve setlere değen iğne tarafından biçim değişikliğine uğratılır. İzleri algılayan iğne, transdüktörde basınç değişikliklerine neden olur. Bu değişiklikler, video yükselticilerinde, işlenebilecek elektrik sinyallerine dönüştürülür. Bunlarla, hem siyah-beyaz, hem de 625 satır taramalı renkli kayıtlar yapılabilmektedir. Plaklarda olduğu gibi, video diskleri de evlerde kaydedilmez.

Plak biçimli video kayıtların başka türleri de geliştirilmiştir. Bunlardan biri Philips video disk sistemidir. Philips sisteminin Teldec sisteminden farkı, kayıt okuması sırasında iğnenin doğrudan diske değmemesidir.

Video sinyal, sarmal baskı izleri biçiminde kaydedilir. Bunlar arasındaki boşluklar resimdeki siyah-beyaz bilgileri, uzunluklar da renk bilgilerini taşırlar. Disk plastikten yapılmış, üstü sonradan, yüksek yansıtıcılığı olan bir metalle kaplanmıştır.

Oynatma aygıtında, disk üstünde parlak bir ışık beneği oluşturan helyum-neonlu bir lazer lambası bulunur. Elektronik SERVOMEKANİZMA'yla, lazer ışını disk üstünde merkezlenir ve diskin dönmesiyle baskı bölgelerinde oluşan yansıma değişimleri fotoseller tarafından toplanıp, elektrik sinyaline dönüştürülür. Diskin okunması mekanik bir sistemle yapılmadığın-

Hazır kartuş video sistemi. (altta) Giriş sıraları programlanabilen bu kartuşların her biri, 1-3 dakikalık yayın sağlar.



dan, aşınma, bozulma olmaz.

Philips video diskinin dönme hızı saniyede 25 devirdir. Her devir, tam bir resim oluşturmaya yeterlidir.

Philips şirketi tarafından başka optik yöntemler de geliştirilmektedir. Bunlar arasındaki başlıca farklar, disklerin özelliğinden kaynaklanır. Sistemlerden birinde, plastik diskin geçirgenliğinin değişken olması, fotoseller tarafından saptanan ışık şiddeti değişikliğine yolaçar.

Öteki sistemler: Yukarda, video sinyal kayıtlarını sağlayan yöntemler tanımlanmıştır. Özel amaçlar içinse, sözgelimi ağır çekim sahneleri için, magnetik disk kayıtçıları geliştirilmiştir. Bunlar, kısa süreli kayıtlar taşırlar. HOLOGRAFİ gibi, optik film yöntemiyle video kayıt yapma çalışmaları da sürdürülmektedir. Ayrıca, televizyon yayınlarının sayısal biçimde kayda alınmasını sağlayan sistemler geliştirilmekte, video alanındaki çalışmalar sürekli yenilikler getirmektedir. Zamanla, evlerde kullanılan aygıtların, pikaplar kadar ucuza mal edilebileceği ve kolay kullanılabilir hale geleceği sanılmaktadır.

VİDİKON Bk. TELEVİZYON (temel ilkeler)

VİNCİ, LEONARDO DA (1452-1519)

Fransa kralı ve Leonardo'nun son koruyucusu François, «Bu dünyaya Leonardo kadar bilge bir kişi daha gelmemiştir» demiştir. Çağdaşları ona hayranlık duymuşlar, ama sonsuz yeteneklerinden gerçek anlamda yararlanamamışlardır. Taslaklarını içeren binlerce sayfalık defterlerde, mühendislik projeleri, mekanik buluşlar, anatomi, botanik ve hidrodinamik çalışmaları yeralmaktaydı. Ama Leonardo'nun, yalnızca resim kuramı ve tekniği üstündeki düşüncelerinden dünya çapında yararlanıldı.

Leonardo, Piero da Vinci'nin evlilik dışı oğludur. Annesine ilişkin, adının Catherina olduğu dışında bilgi toplanamamıştır. Babasının ailesi tarafından büyütülen Leonardo, 12 yaşındayken Floransa'ya götürüldü ve iki yıl sonra, ressam Verrocchio'nun yanına çırak olarak girdi. 1472'de ressamlar loncasına kabul edildi. Resim çalışmaları sırasında perspektif ve anatomi öğrendi. Ama yalnızca sanat için gerekli bilgilerle kendini sınırlamaktan kaçındı. Valturio, Brunelleschi ve Francesco di Giorgio gibi XV. yüzyıl bilim adamlarının ve mimarlarının yeni buluşlarını da öğrendi. Tulumba, kaldıraç, vinç ve değirmen taslakları çizdi.

Floransa'da on yıl çalıştıktan sonra, Milano'nun güçlü yöneticisi Ludovico Sforza'ya bir mektup yazıp, hizmetlerini sunmaya hazır olduğunu, savaşta kullanılacak birçok yeni silah, açılır kapanır köprüler, yeni tüfekler, düşman gemilerini yok edecek aygıtlar yapabileceğini bildirdi. Böylece, 31 yaşında Milano'ya gitti. Milano katedralinin tamamlanması için kendisiyle görüşmeler yapıldı ve savaşta kullanılacak makinalar ile zırhlı araçların taslaklarını çizmeye başladı. Bunların gerçekten yapılıp yapılmadığı bilinmemektedir.

Leonardo her sorunu, bütün ilkeleri inceleyerek ele alıyordu. Makinaların işleyişlerini matematik kuramlarından çıkarmak için çaba gösterdi: Olası her tür yatağı, bağlantıyı, dişliyi ve mekanik aktarma türünü inceledi. Martesana kanalı için çizdiği taslaklarla, EKLÜZ SİSTEMLERİ'nin kapaklarını açılı köşe (su basıncına dayanacak bir açıyla) yapan ilk kişi olabi-

Leonardo'nun portresi. (altta) Bu resim Leonardo'ya en çok benzeyenidir, öteküler daha sonra yapılmış kopyalardır.

lirdi. Akan suyun taşıdığı büyük güçten ömrü boyunca etkilendi ve taslaklarında, yazılarında, çok güçlü bir sel baskını üstüne fantazilerini dile getirdi. Ayrıca, küçük çaplı akarsuları incelemek için ilk aygıtı yaptı. Su hareketi konusunda, yıllar sonra hidrodinamikle varılan sonuçların çoğunu içeren bir kuram geliştirdi. Su değirmenlerini daha verimli hale getirmek için çalışmalar yaptı. Ayrıca, enerji kaynağı olarak, buhar ve barutla da ilgilendi. Ludovico için, çeşitli düzeylerde yolları bulunan kent modelleri çizdi. Makinalar için yeni kullanım alanları buldu; yeni bir tür mekanik müzik aygıtı geliştirdi. Leonardo da Vinci'nin denizaltı ve tank geliştirmeyi düşündüğü de ileri sürülmüştür. Ancak, su altına dalmak ve silahlandırılmış araba yapmak için planladığı aygıtların, XV. yüzyılda gerçekleştirilmiş öteki tasarılardan pek farkı yoktur. Leonardo'nun bütünüyle yeni olan en önemli çalışması, uçmak için kullanılacak mekanik aygıttır.

Leonardo'dan önceki uçuş çalışmalarında, kollara kanat takma düşüncesi egemendi. Leonardo, insan yapısının buna elverişli olmadığını gördü. İnsanın çeşitli düzlemlere yerleştirilmiş yarasa kanatlarını kullanmasını sağlayacak yolları araştırdı ve büyük bir kaza olasılığına karşı da bir paraşüt tasarımı yaptı. Uçmayı başaran ilk insan olma onurunu kazanmayı istiyordu.

Leonardo'nun uçmayı deneyip başarısızlığa uğradığı söylenir, ama bunun doğru olmadığı sanılmaktadır. Önce kuşların ve yarasaların nasıl uçtuklarını öğrenmesi gerektiğini anlayan Leonardo, yeni bir araştırma alanı açmış, çeşitli hayvanların kalbini, kaslarını, duyu organlarını ve hareket yöntemlerini incelemiştir.

1499'da Fransızlar, Ludovico'nun yönetimine son verdiler. Leonardo, Floransa'ya dönerek, kentin konsey binasına bir fresk yapmaya başladı. Floransalılar uzun süredir Pisa'yla savaşmaktaydılar. Arno ırmağının suyunu başka yöne çevirerek, Pisa'nın bütünüyle yok edilmesi öneriliyordu. Leonardo, bunun yerine, Arno'nun kuzey kıyısı boyunca uzanacak ve ırmaktan uzakta bulunan kentlere hem su sağlayacak, hem ticaret yolu açacak kanal tasarısını onayladı. Bu tasarı üstünde araştırmalar yaparken, bölgenin jeolojisini incelemeye başladı. Kaya tabakalarının ve içlerinde bulunan fosillerin, yalnızca Nuh tufanının bir sonucu olmayıp, uzun bir tarihin ipuçları olduğunu anladı. Ama kısa bir süre sonra, kendisine yeni bir koruyucu (Papa'nın oğlu ve komutanı Cesare Borgia) bularak, kentten ayrıldı. 1502-1503 yıllarında, kanal yapımı ve liman geliştirme planları yaparak, Papa'nın ülkesini gezdi. Bir süre sonra Papa ölüp, Borgia iktidardan düşünce, Floransa'ya geri döndü.

Kanal açmak için çukurlardan toprağı atma amacıyla mekanik vinç ve kürek planları çizdi. Ama Floransa, bu masrafı karşılayacak durumda değildi. Leonardo, 1506'da, elli dört yaşındayken, Milano'ya dönüp askeri kanal mühendisi olarak Fransız işgalcilerinin hizmetine girdi. Aynı yıllarda, anatomi araştırmalarını ve uçma çalışmalarını sürdürdü. Ama 1512'de, Sforzalar Fransızların yerini alınca, yeniden Milano'dan ayrılmak zorunda kaldı.

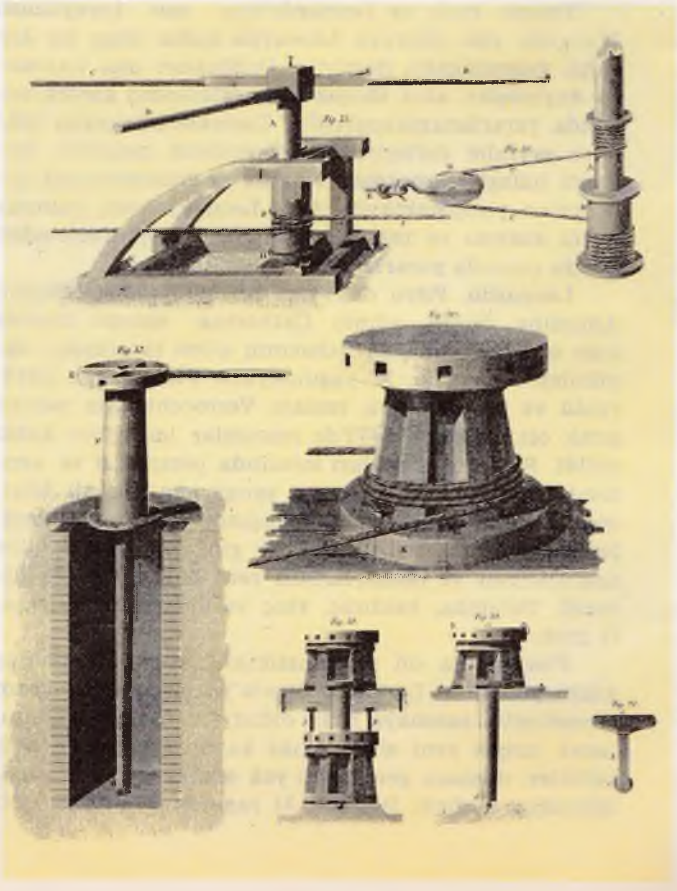
Roma'da Leonardo'nun koruyuculuğunu Giuliano de Medici üstlendi. Ama Leonardo, Roma'da yalnızca üç yıl kaldı. Fransa kralı, Leonardo'yu Fransa'ya çağırdı.

Leonardo, Fransa'da Atlas Okyanusu'nu Akdeniz'e bağlayabilecek olan bir kanal üstünde çalıştı. Ne var ki, Fransız sarayı, yerde yürüyebilen, göğsü açıldığında Fransız armalarının göründüğü mekanik bir aslana daha çok ilgi gösterdi. Leonardo'nun çok sayıda taslağı bulunduğu bilinir; ama bastırılmaları için hiç bir girişimde bulunulmamış, varolan birkaç aygıtta yaptığı küçük değişiklikler dışında, taslaklarının hiç biri gerçekleştirilmemiştir. Oysa taslak defterleri, tek bir adamın yaptığı bir tür endüstri devrimini kapsamaktadır.

VİNÇ VE BOCURGAT

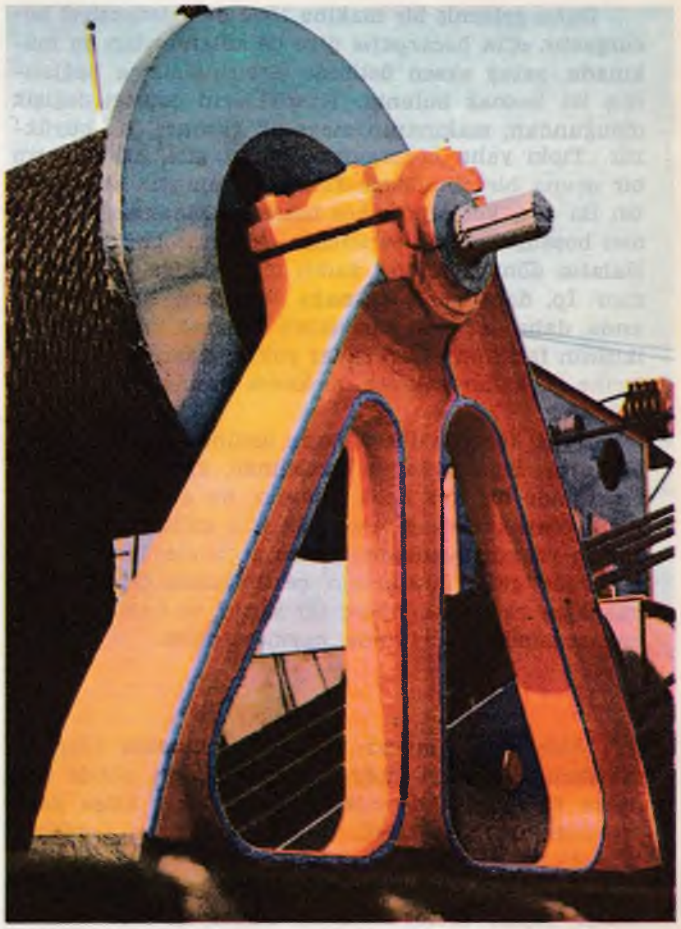
Bocurgat tipi makinaların, tekerlek kadar eski oldukları sanılır. Bir kolla çevrilen bileyi taşları, İ.Ö. 2000 yıllarında Çin'de, İ.S. 400 yıllarında da Avrupa'da bilinmekteydi. Tekerleğin Avrupa'da ve Yakın Doğu'daki gelişmesi, el arabası ile başlamıştır ve bunu, İşa'dan hemen önceki çağlarda, su çarkı, döner şaft, bocurgat ve palanga izlemiştir.

XIX. yüzyıldan kalma çeşitli bocurgat ve ırgat çizimleri. (altta) Tıpkı kaldıraç gibi, böyle bir aygıtla, bir kişi kendi ağırlığının birkaç katı ağırlığında yükler kaldırabilir. Bu özelliğin bir ölçüsü, makinanın «mekanik kazancı», yani direncin (ya da yükün) uygulanan kuvvete oranıdır.



Bocurgat, yük kaldırmak ya da indirmek için kullanılan bir kasnak ve mil sistemidir. Dikey bir çerçeveye oturtulmuş, yatay bir eksen üstünde dönen bir tambur ya da kasnaktan oluşur. Kasnağa bir döndürme kolu takılmıştır. Kol, doğrüdan elle çevrilebileceği gibi, bir dişli aracılığıyla ya da bir motorla da çevrilebilir. Kasnağa sarılmış olan ip, uygulanan kuvveti, döndürme kolunun uzunluğu ile kasnak yarıçapı oranında, döndürme kolundan yüke aktarır. Uygulanan kuvvet, «*mekanik kazanç*» adı verilen bu oran kadar büyütülür.

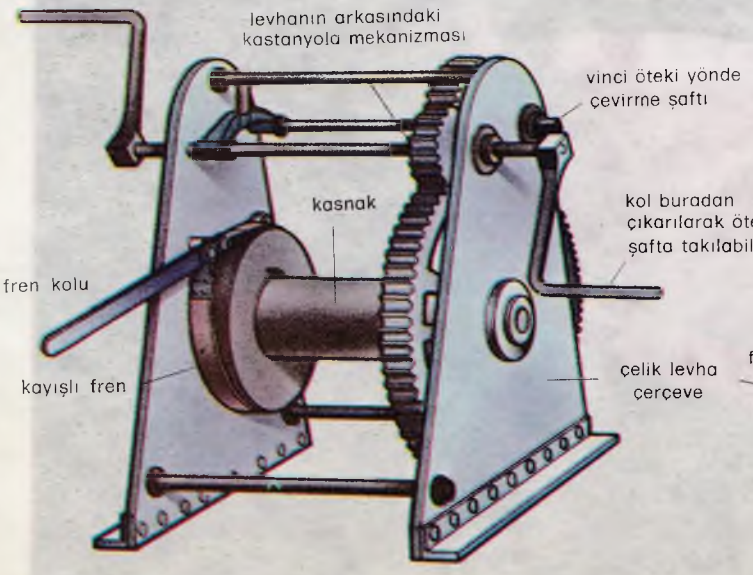
Vinç, bocurgatın biraz gelişmiş biçimidir. Vinç sözcüğü günümüzde, normal olarak motorla çalışan bocurgatlar, bazen de yanlış olarak KREN'ler için kullanılmaktadır. Vinçin bir ya da daha çok sayıda kasnağı bulunur. Ağır bir yükü kaldırıp indirmek için bu kasnaklara bir halat sarılır. Vinç, aşağı yukarı her zaman, bir dişli sistemiyle ya da bir sonsuz vidayla tahrik edilir ve böylece motor durdurulduğunda, yük, kasnağı ters yönde çeviremez. Yani makina, kendi kendine boşalamaz. Buna «*otoblokaj*» adı verilir.



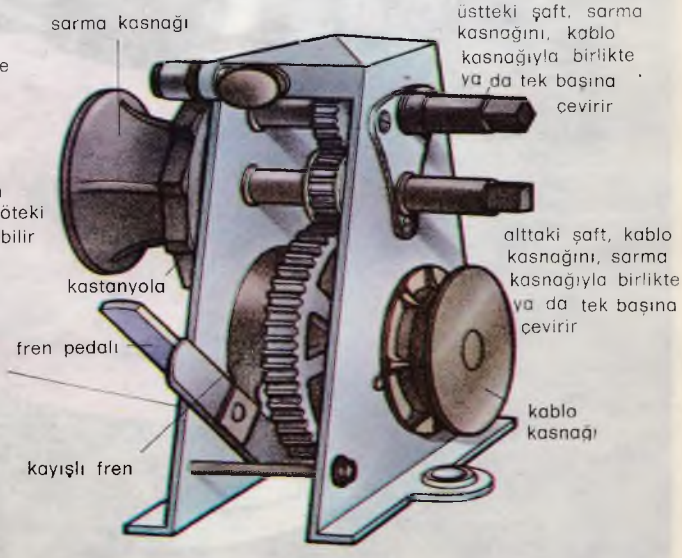
Bir geminin motorla çalıştırılan vinci ve kablo tamburu. (sağda)

Yalın bir kaldırma vinci. (altta solda) Vinçte, yükün geriye doğru kaymasını önlemek için bir kastanyola, yavaş alçaltılması için de bir fren bulunmaktadır. Büyük yelkenleri çekmek için kullanılan çift kasnaklı yelkenli bocurgatı. (altta sağda) Sarma kasnağı ince halatlar için, kablo kasnağı da ağır halatlar için kullanılır.

kaldırma vinci



yelkenli bocurgatı



Daha gelişmiş bir makina türü de *diferansiyel* bocurgattır. «*Çin bocurgatı*» diye de adlandırılan bu makinada, yatay eksen üstünde birbirine sıkıca bağlanmış iki kasnak bulunur. Kasnakların çapları değişik olduğundan, makinanın mekanik kazancı çok büyüktür. Tıpkı yalın bocurgatta olduğu gibi, kasnakların bir ucuna bir döndürme kolu bağlanmıştır. Bir halatın iki ucu, kol çevrildikçe halatın, kasnakların birinden boşalıp ötekine sarılacağı biçimde bağlanmıştır. Halatın dönüş yerinde duran bir palanga, yükü kaldırır. İp, daha geniş kasnağa sarılırken kısalıp, aynı anda, daha dar olan kasnaktan açılarak uzar. Yük, bu ikisinin farkının yarısı kadar yukarı çıkar. İki çap birbirine ne kadar yakınsa, mekanik basınç o kadar büyük olur.

Irgat, kasnağı düşey eksen üstüne takılmış bir bocurgattır. Irgatın özgün modelinde, kasnak tepesinin çevresinde bir dizi delik bulunur, bu delikler, çubuklar takılarak kasnağı çevirmek için kullanılırdı. Irgatın en yaygın uygulaması, hem geçmişte, hem de günümüzde gemi çıpalarının çekilmesidir. Çıpa halatı, kasnağın çevresine birkaç tur sarılır ve halat ile kasnak arasındaki sürtünme, kaymayı önler.

VİSKOZİTE

Akışkanlar (sıvılar ve gazlar) hareket ederken, akışkanın hareket doğrultusuna karşıt yönde etki eden sürtünme kuvvetleri ortaya çıkar. Akışa karşı görülen bu iç DİRENÇ, sıvının viskozitesi («*ağdalılık*» da denir) diye adlandırılır.

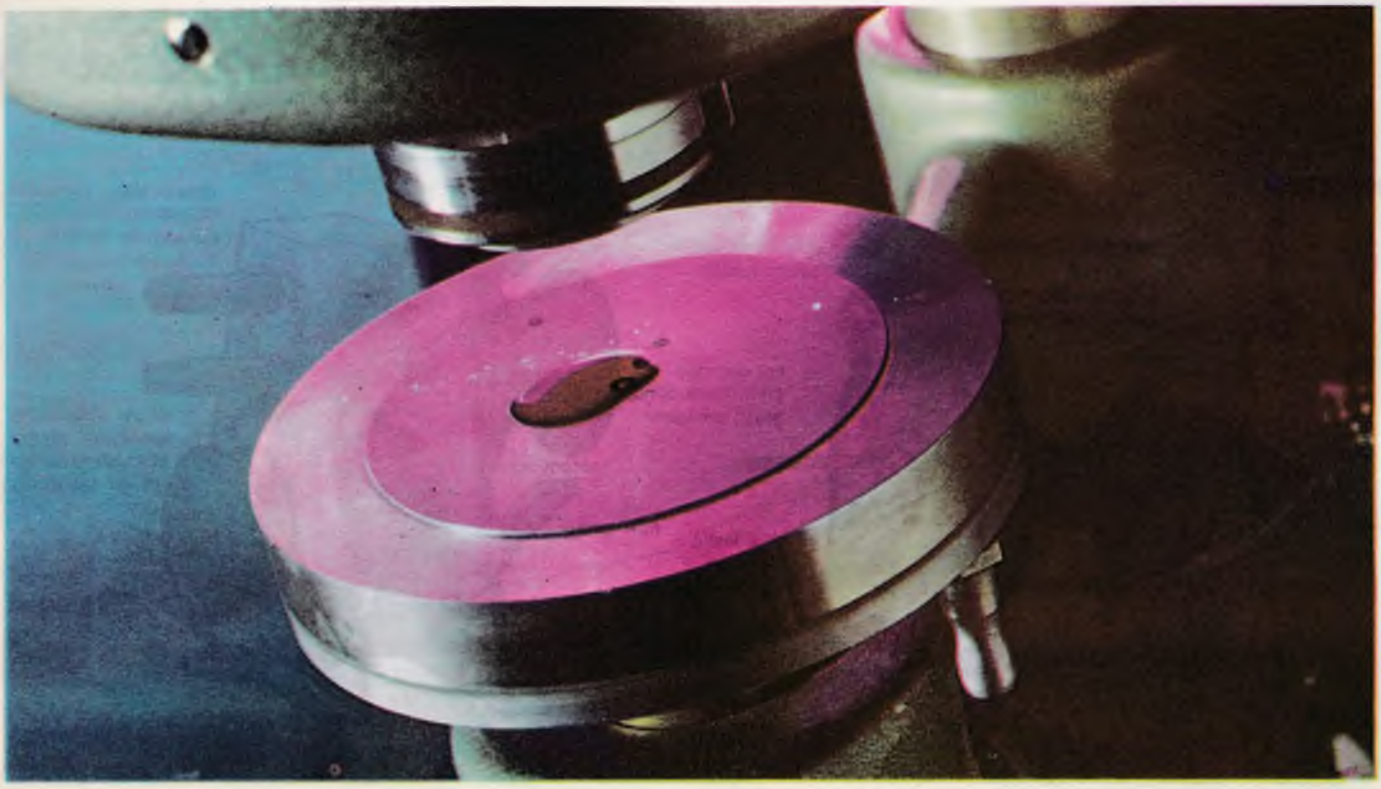
Sıvılarda viskozite, dıştan uygulanan kuvvetlere karşı koyan moleküllerarası kohezyon kuvvetlerinden doğar. Gazlardaysa, gazın farklı hızlarla hareket eden bölgeleri arasındaki molekül hareketlerinden kaynaklanır.

Akış türleri: Çeşitli akışkanlar ve değişik akış hareketleri vardır.

Akışkana dıştan bir kuvvet ya da basınç etkidiği zaman akış oluşur (Bk. DİNAMİK; HİDRO- VE AERODİNAMİK). Alışılmış sıvılarda (su, alkol, vb.) olduğu gibi, herhangi bir kuvvet uygulandığı anda akış hareketine başlayan sıvılara, İsaac NEWTON'un anısına, «*Newton akışkanları*» (ideal akışkanlar) adı verilir. Viskozite konusunda ilk nicel kuramı Newton geliştirmiştir. Bazı sıvılaraysa, akmaya başlamaları için, özel bir kuvvetin uygulanması gerekir. *Newton akışkanı olmayan* bu sıvıların akışına, *plastik akış* denir. Boyalar ve baskı mürekkepleri gibi birçok madde, çalkalanınca akışkan hale gelir, hareketsiz bırakılınca jel haline dönüşür. Bu olaya «*tiksotropluk*» adı verilir.

Temelde iki akış türü vardır: *Laminer* (düzgün) akış; *girdaplı* akış. Laminer akışta sıvının, birbiri üstünde kayan tabakalar *(laminae)* halinde hareket ettiği düşünülür. Bu yüzden, komşu tabakalar arasında hız farkı, yani bir *hız gradyanı* vardır ve sıvı, düzgün bir biçimde akar (bu koşul, ideal olarak, ancak sıvının kılcal bir boruda akması durumunda sağ-

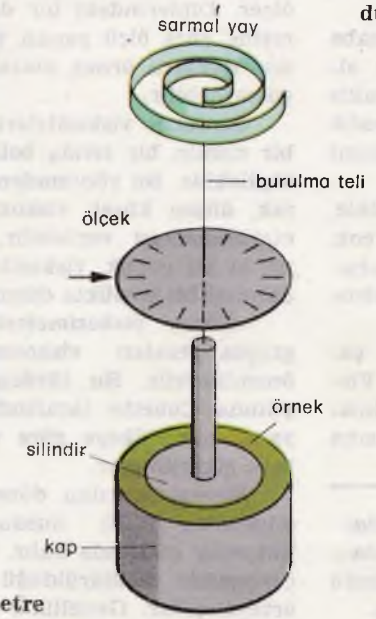
Viskozite kuvvetlerinin kaymaya bağlı olarak değiştiği ideal olmayan sıvılarda yapılan ölçmeler için geliştirilmiş olan «koni ve tabla» viskozimetresi. (altta) Bunlarda kayma hızı, koninin dönme hızına bağlı olarak değişir.



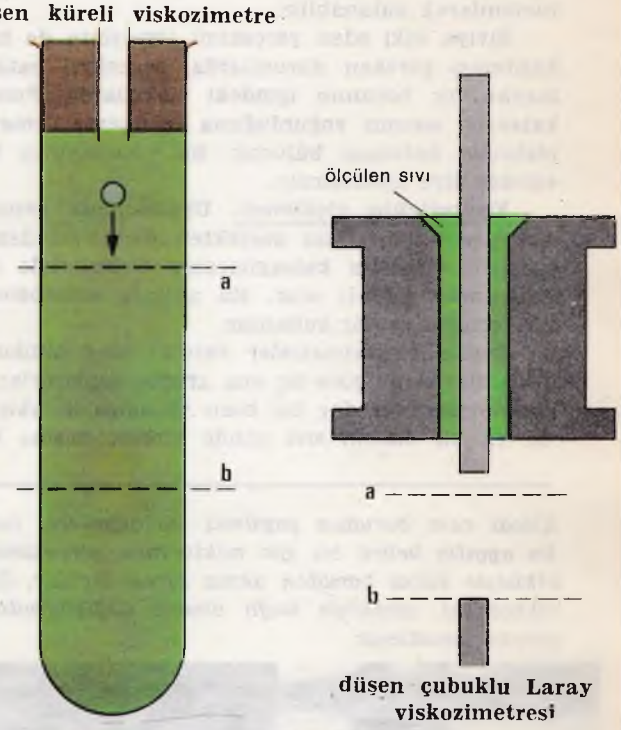
poise birimi cinsinden viskozite katsayıları	
20°C'taki sıvılar	
su	0,01006
terebentin	0,0149
cıva	0,0155
gliserin	8,5
hintyağı	9,86

20°C'taki gazlar	
hava	1,81 X 10—⁴
hidrojen	0,88 X 10—⁴
azot	1,74 X 10—⁴
helyum	1,97 X 10—⁴
karbondioksit	1,46 X 10—⁴

Viskozite katsayısı, hız gradyanının bir olduğu durumlarda, paralel düzlemler arasında birim alan başına kayma kuvveti olarak belirtilir. M kütleyi, L uzunluğu, T zamanı gösterir ve boyut ($ML^{-1}T^{-1}$) dir. Viskozitenin çok kullanılan birimlerinden biri «poise»dır. Viskoziteyi ölçmek için üç ayrı yöntem kullanılır: Dönme; düşen küre; Laray düşen çubuk yöntemi.

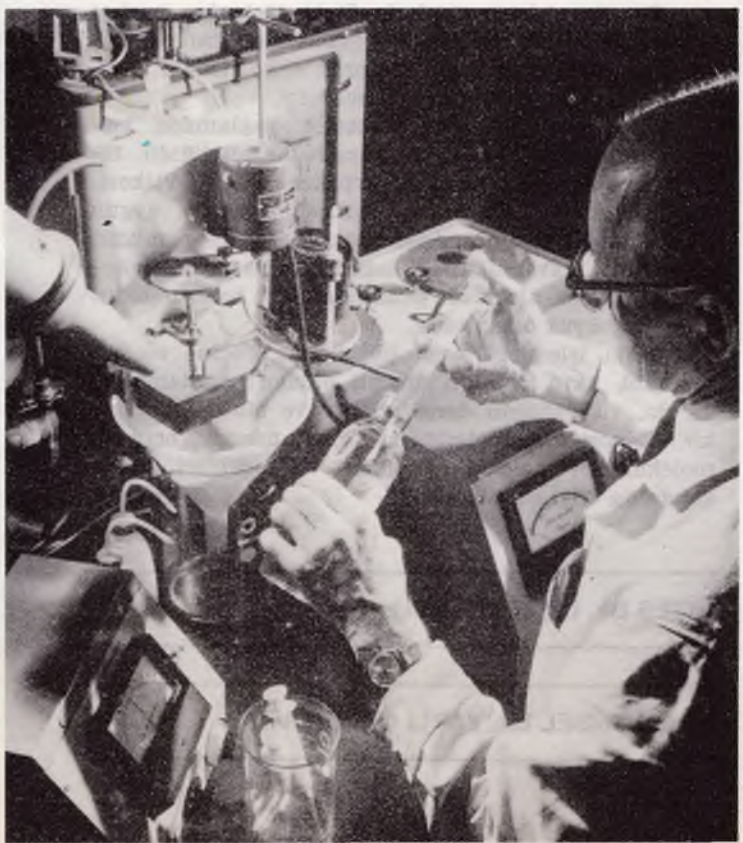


döner viskozimetre



düşen çubuklu Laray viskozimetresi

Değişmez döndürme momentiyle dönen rotorun hızından yararlanılarak viskozitenin ölçülmesi. (solda)



lanır). Belirli bir kritik hız değerindeyse, akış, düzgünlüğünü yitirip girdaplı akışa dönüşür. Hızın kritik değeri, akışkanın türüne, özellikle de viskozitesine bağlıdır.

Nicel ölçüler: Akan bir sıvının içindeki sürtünme kuvvetlerini hesaplamak için kullanılan temel formülü, ilk olarak Newton ortaya attı. Ayrıca, bu kuvvetin, sıvının yüzeyinin, hız gradyanının ve her sıvı için değişmez bir değeri olan *viskozite katsayısının* çarpılmasıyla bulunacağını ileri sürdü.

Temel kuramı, 1844 yılında Poiseuille, uçları arasında basınç farkı olan yatay bir borudan akan sıvılara uygulayarak geliştirdi. Bu durumda, boruya değen sıvı tabakasının hareketsiz olduğu, bunu izleyen her tabakanın hızının bir öncekine göre artarak, hızın ortada en üst düzeye ulaştığı kabul edilir. Poiseuille, akış hızını, borunun boyutları, basınç farkı ve sıvının viskozite katsayısı cinsinden belirten bir formül ortaya çıkardı. Akışkanlar konusunda yapılan bu araştırmaları nedeniyle, viskozite katsayısına «*poise*» adı verildi.

Nicel viskozitenin hesaplanması alanında bir başka katkı da, 1850 yılında Stokes'tan geldi. Sto-

kes, viskoz bir sıvı içinde düşmeye bırakılan bir cismin, bir süre hızlandıktan sonra, «*sınır hız*» adı verilen bir değişmez hıza ulaştığını gösterdi. Bu durumda cisme aşağı doğru etki eden yerçekimi kuvveti, karşıt yöndeki viskoziteyle ve sıvının kaldırma kuvvetleriyle tam olarak dengelenir. Böylece sıvının viskozite katsayısı, düşen cismin son hızından yararlanılarak bulunabilir.

Sıvıya etki eden yerçekimi ivmesinin de hesaba katılması gereken durumlarda, sözgelimi yatay olmayan bir borunun içindeki akışlarda, Poiseuille katsayısı sıvının yoğunluğuna bölünerek, *kinematik viskozite katsayısı* bulunur. Bu katsayının birimi «*stoke*» diye adlandırılır.

Viskozitenin ölçülmesi: Uygulamada genellikle, viskozite katsayısının gerçekten ölçülmesinden çok, sıvıların viskozite katsayılarının birbirleriyle karşılaştırılması yeterli olur. Bu amaçla «*viskozimetre*» adı verilen aygıtlar kullanılır.

Çeşitli viskozimetreler vardır; ama bunlar, çalışma ilkelerine göre üç ana grupta toplanırlar. Viskozimetreler, ya dar bir boru ve ağızdaki akış hızına, ya bir cismin sıvı içinde serbest düşme hızına ya da sıvının, içinde dönen bir cisme karşı gösterdiği dirence göre ölçü yaparlar.

Dar bir borudaki akış hızına göre ölçü yapan türün en yaygın örneği, *Ostwald viskozimetresi*dir. Bu aygıt viskoziteyi, belirli bir sıvı miktarının kılcal bir borudan akma süresini, viskozitesi bilinen bir başka sıvının akma süresiyle karşılaştırma yoluyla ölçer. Diplerindeki bir delikten sıvının boşalma süresine göre ölçü yapan viskozimetre kapları da vardır. Bunlara örnek olarak, *Ford kabı* ile *Zahn kabı* gösterilebilir.

Sıvıların viskozitelerini karşılaştırmak için, ağır bir cismin bir sıvıda belirli bir yolu aşma süresi de ölçülebilir. Bu yöntemden yararlanan türe örnek olarak, düşen küreli viskozimetreler ve *çubuklu Laray viskozimetresi* verilebilir. Laray viskozimetresinde metal bir çubuk, viskozitesi ölçülen sıvıyla dolu olan dairesel bir boşlukta düşmeye bırakılır.

«*Döner viskozimetreler*» adı verilen üçüncü grupta yeralan viskozimetreler, bu aygıtların en önemlileridir. Bu türden ilk kullanışlı aygıt, 1890 yılında Couette tarafından yapılmış, o günden bu yana, aynı ilkeye göre çalışan çeşitli modeller ortaya çıkarılmıştır.

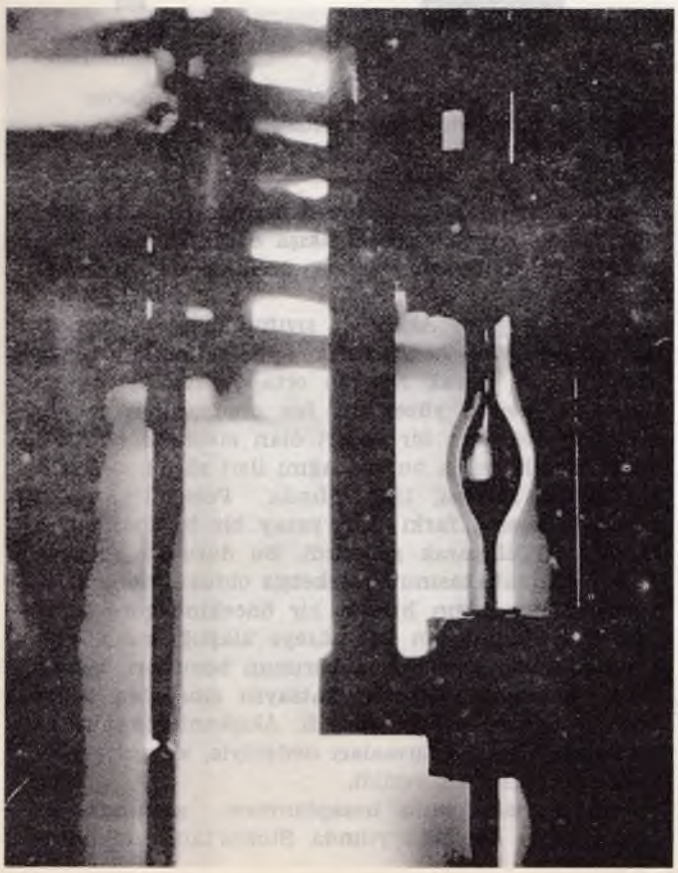
Sıvıya batırılan dönen bir cisim, sıvının viskozitesinden ötürü durdurucu ya da yavaşlatıcı bir kuvvetin etkisinde kalır. Sıvı kabı, duran bir cismin çevresinde döndürüldüğü zaman da benzer bir etki ortaya çıkar. Genellikle eşeksenli silindir biçiminde yapılan bu cisim, burulan bir tele ya da ayarlı bir ölçege bağlı bir yaya asıldığı zaman, incelenen sıvının viskozitesinden kaynaklanan orantılı bir sapma oluşur.

Bu tür viskozimetrelerin öteki türlerden başlıca üstünlüğü, uzun süreli ölçme yapılabilmesini ve dönme hızı değiştirilen bir motorla viskozitedeki değişikliklerin incelenmesini sağlamasıdır.

Viskozitenin önemi: Viskozite, yağlamada kullanılan yağların önemli ve yararlı bir niteliğidir. Sıvıların viskozitesi sıcaklık arttıkça azalır. Viskozitenin ölçülmesi, bir yağın, düşünülen amaca uygun olup olmadığının belirlenmesinde çok önemlidir. Sözgelimi, havacılıkta kullanılan yağların viskoziteleri, sıfırın çok altındaki sıcaklıklar söz konusu olduğundan, büyük önem taşır.

Baskı işlemleri, boya püskürtme, reçine emdirme gibi; akış türünün önemli olduğu uygulamalarda da, viskozitenin denetlenmesi ve bilinmesi gerekir. Viskozite ölçümlerinden yararlanılarak, organik moleküllerin molekül ağırlıkları ve biçimleri konusunda da bilgi edinilebilir.

Kılcal cam borudan yapılmış viskozimetre. (altta) Bu aygıtla belirli bir sıvı miktarının, yerçekiminin etkisiyle kılcal borudan akma süresi ölçülür. Sıvının viskozitesi, sıcaklığa bağlı olarak değiştiğinden, sürekli denetlenir.



VİTES Bk. DİŞLİ KUTUSU

VİYOLONSEL Bk. YAYLI ÇALGILAR

VOLTA, ALESSANDRO (1745-1827)

Volta'nın, sürekli akım sağlayan pillerin ilk türü olan «volta pili»ni bulması, elektrik konusunda yıllar süren araştırmaları doruğuna ulaştırmış ve zayıf bir akım üretilip ölçülmüştür.

Como'da doğan Volta, soylu bir ailenin çocuğuydu. Genç yaşta, hızla gelişmekte olan kimya ve elektrik bilimlerine ilgi duydu. Kimyacı Joseph Priestley için övgü dolu uzun bir şiir yazdı. Kısa süre sonra Newton'un yerçekimi yasalarıyla karşılaştırılabilecek elektrik çekimi yasaları konusunda araştırmalara girişti. Zayıf akım üretmek ve bu akımları ölçmek için çeşitli buluşlar yaptı.

Bunların ilk örneği *elektrofor*du. Reçineli bir levha sürtünmeyle yükleniyor ve bu yük, üstteki bir demir levhaya geçiriliyordu. 1775'teki bu buluşundan sonra Volta, Como okulunda fizik dersleri vermeye başladı. Üç yıl sonra, emekli olana kadar kalacağı Pavia Üniversitesi'nde fizik profesörlüğüne atandı. Orada elektroforu, zayıf akımların saptanmasında ve ölçülmesinde kullanılacak biçimde geliştirerek, yoğunlaştırıcı elektroskop haline getirdi.

Aynı zamanda, gaz kimyasıyla, özellikle de metanla ilgileniyordu. Atmosferin bileşimini inceledi. Havadaki nemi elektrik kaçaklarıyla bulmak ya da gaz karışımlarını patlatmak için kıvılcım kullanmak gibi elektrik yöntemlerini denedi. Bir kıvılcımla metan gazını patlattı ve haberleşmede kullanılabilen bir «elektrik tabancası» geliştirdi.

Galvani'nin kurbağa bacağını elektrikle uyarma deneyi üzerine Volta, görme, işitme ve tat alma duyularının elektrikle uyarılması konusunda araştırmalara başladı. Deneyleri sırasında, farklı iki metalle bir duyu organını uyarıyordu. Sonuç olarak, metallerin her zaman kullanılabilecek bir elektrik kaynağı olduğuna karar verdi. Birbirine değen iki metalin karşı yükler kazanması, metallerin elektrokimyasal bir dizi halinde, artıdan eksiye doğru sıralanabilmesini sağlıyordu.

Volta'ya göre metaller (ve kömür) birincil elektromotorlardı (bunların birbirine değmesiyle elektrik geçmekteydi). Akım için sıvılara da gereksinim duyulmaktaydı. Bu nedenle, Volta, sıvıları ikincil elektromotorlar olarak sınıflandırdı. Farklı iki elektromotor, aralarına bir ikincilin yerleştirilmesiyle bir elektrik akımı oluşturmaktaydı. Bu etki, bir dizi kapta seri olarak yinelendiğinde, akım daha kuvvetli oluyordu. Söz konusu düzenek Volta pilinin temelini oluşturdu.

Volta'nın 1800'de söz konusu buluşunu yayınlaması, büyük bir olay yarattı. Paris'e çağrılan Volta, Napolyon tarafından kontluk ve senatörlükle ödüllendirildi. 1819'dan sonra, doğduğu kente dönüp, araştırmaları bıraktı.

Volta'nın Luigi Rados tarafından yapılmış portresi. (altta)

VOLTMETRE Bk. GERİLİMÖLÇER

V/STOL UÇAKLAR

Uçuş pistlerinin bulunmadığı yerlere dikine kalkış ve iniş yapabilen ya da çok kısa pistlerden kalkış ve bu pistlere iniş yapabilen özel uçaklar, «V/STOL» (İng. Vertical/Short Take Off and Landing'den) diye tanımlanır. Helikopterler ve balonlar da, teknik olarak bu tanımlamanın içine girerler. Ama V/Stol, daha çok, hareketsiz kanatlı olan ve yatay hareket yapmaksızın kalkış - iniş yapabilme özelliği taşıyan belirli uçak tipleri için kullanılır. Kısa süre önceye kadar V/Stol yerine «Vtol» sözcüğü kullanılmaktayken, uçak mühendisleri, kısa kalkış mesafeleriyle taşınan yük miktarının artırılabileceğini düşünerek, bu tür uçaklara verilen adı «V/Stol» olarak değiştirmişlerdir. Yalnızca «Stol» sözcüğü, çok kısa pistlerden kalkış ve bu pistlere iniş yapabilen uçaklar için kullanılır. Bu tür uçaklar dikine kalkış ve iniş yapamazlar.

V/Stol uçaklar, hem kanatlı uçakların, hem de helikopterlerin olumlu ve olumsuz özelliklerini paylaşırlar. Helikopterler, çok yönlü araçlar olmalarına karşılık. yüksek hızlara erişemezler. Saatte 400 km'lik hızlar yapabilen helikopterler de vardır; ama çoğunun hızı, bunun yaklaşık yarısı kadardır. Bu nedenle helikopterler, kısa menzilli araçlardır. Taşımacılıktan çok, pistsiz yerlerde ve havada bekleme ya da uzun

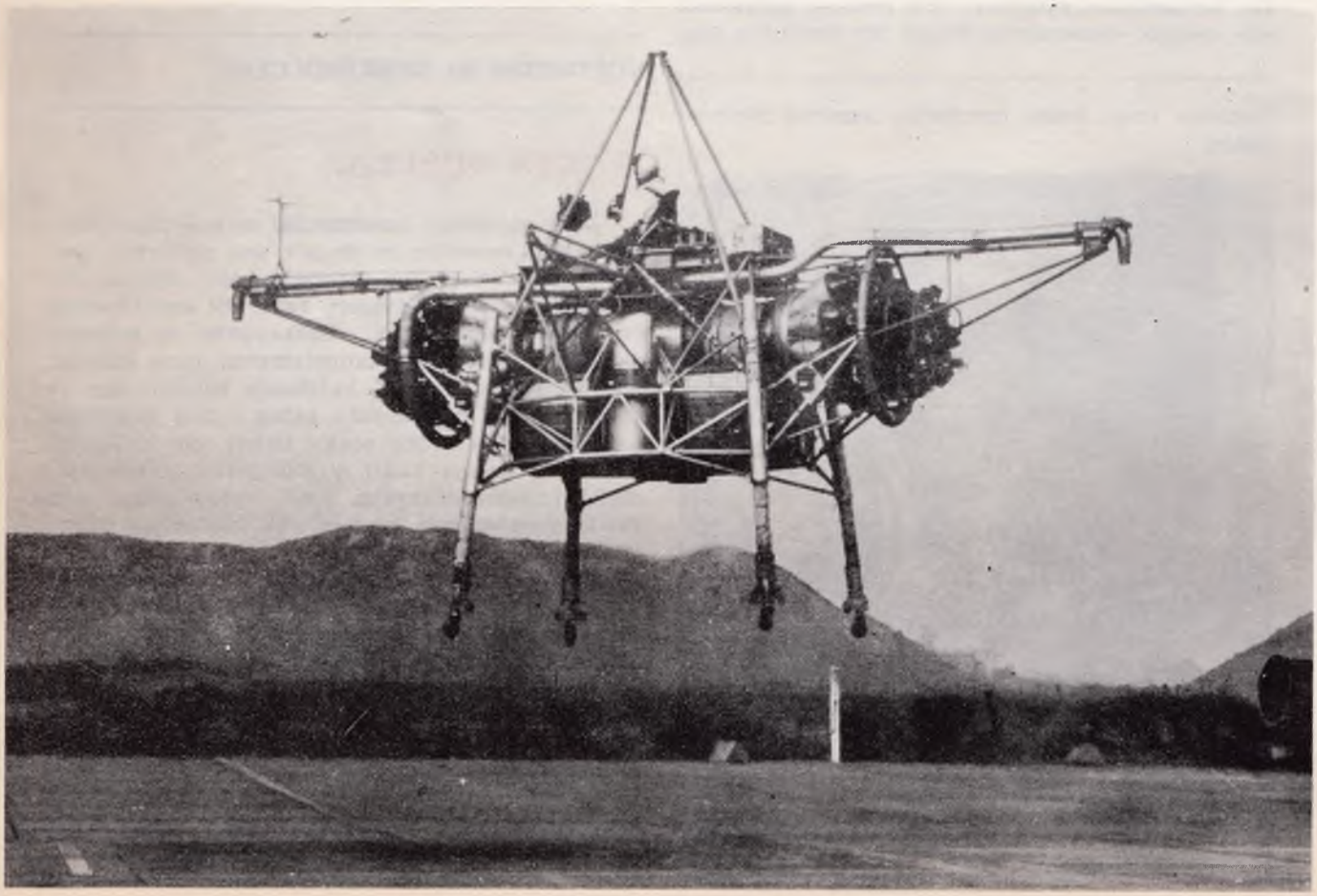
süreli düşük hızlı uçuşlar gerektiren görevlerde kullanılırlar. Helikopterlerin hızlarını artırmak için yapılan çalışmalar beklenen sonuçları vermemiş ve bu hava araçlarının, ticari taşımacılıkta, küçük taşıma kapasiteleri nedeniyle yararlı olamayacağı anlaşılmıştır. Helikopterler genellikle, uçakların girmeyeceği, ıssız bölgelerdeki petrol kuyuları gibi yerlere, gerekli malzeme ve insan gücü taşınmasında kullanılırlar.

1950 yıllarından bu yana helikopterlere, uçuş hızlarını artırma amacıyla ek motorlar ve itici güç sağlayan pervaneler takılmış, rotorların yüksek hızlarda kaldırma yükünü hafifletmek için de, kanatçıklar monte edilmiştir. Bu yeniliklerle, rotorun yüksek hızlarda hem itici güç, hem de kaldırma gücü oluşturmasındaki istenmeyen etkilerden bir bölümü ortadan kaldırılmıştır. Ne var ki, deney uçuşları, yapılan harcamaların, beklenen performansı sağlamadığını göstermiştir.

Konvertiplan: Bir sonraki aşama, gövde ve kuyruk takımı normal uçağa benzeyen, ama kanatları kısa olan ve uçlarında küçük rotorlar bulunan değişik bir uçak tipinin geliştirilmesi olmuştur. «Konvertiplan» adı verilen bu uçağın kanat ucunda bulunan rotorlar, kalkışta, tıpkı helikopter rotoru gibi yatay düzlemde döner, ama düz uçuşta yön değiştirip, düşey düzlemde dönmeye başlarlar. Konvertiplan tipi uçak, uygun uçuş koşulları sağlayabileceği sanıldığından, uçak yapımcıları tarafından, öteki V/Stol tiplerinden daha ayrıntılı bir biçimde incelenmiştir. A.B.D'nde yapılmış bu tip bir uçak olan LTV-Hiller-Ryan XC-142, dört motorlu bir kargo uçağıydı. Motorları ve pervaneleri taşıyan kanatları, pervanelerin dikey duruma gelmesi için yatay bir eksen çevresinde hareket edebiliyordu. Almanya'daki VFW firması tarafından dizayn edilmiş, ama uçmamış olan VC-400 uçağındaysa, gövdenin iki yanında, önlü, arkalı dört kanat ve her kanadın ucunda da ikişer rotor bulunmaktaydı. Günümüzde bu tip uçaklar artık yapılmamaktadır.

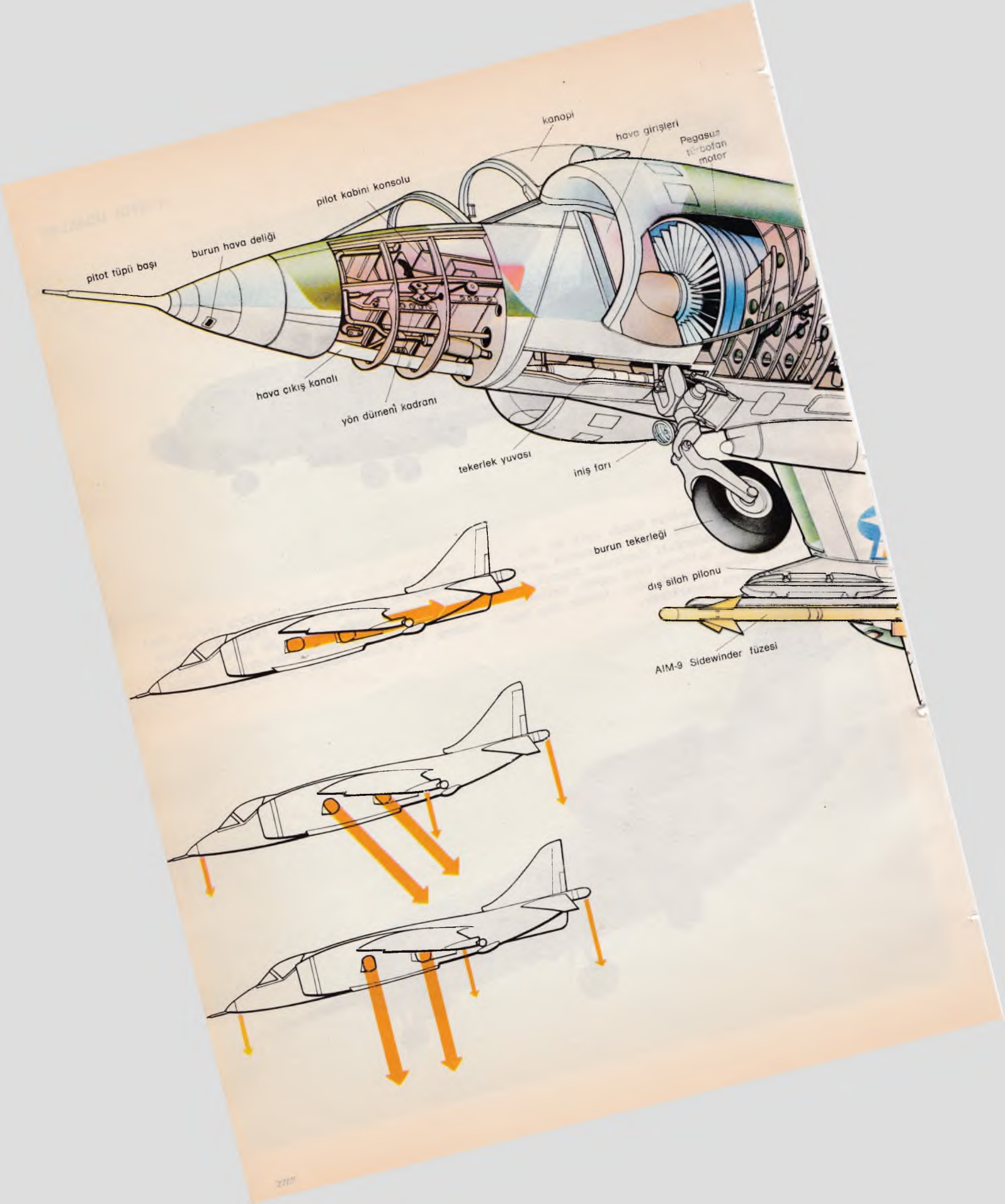
Jet gücü: Söz konusu modellerin tümünde, kaldırma ve itiş güçleri, rotorlar ve pervanelerle sağlanmıştır. Ancak, aynı amaçla jet motorlu uçaklar da yapılmıştır. Sözgelimi, Dornier firması tarafından geliştirilen Do31 tipi uçak, Rolls-Royce motor fabrikaları tarafından yapılmış itiş ve kaldırma gücü sağlayan jet motorlarıyla donatılmış, orta boy

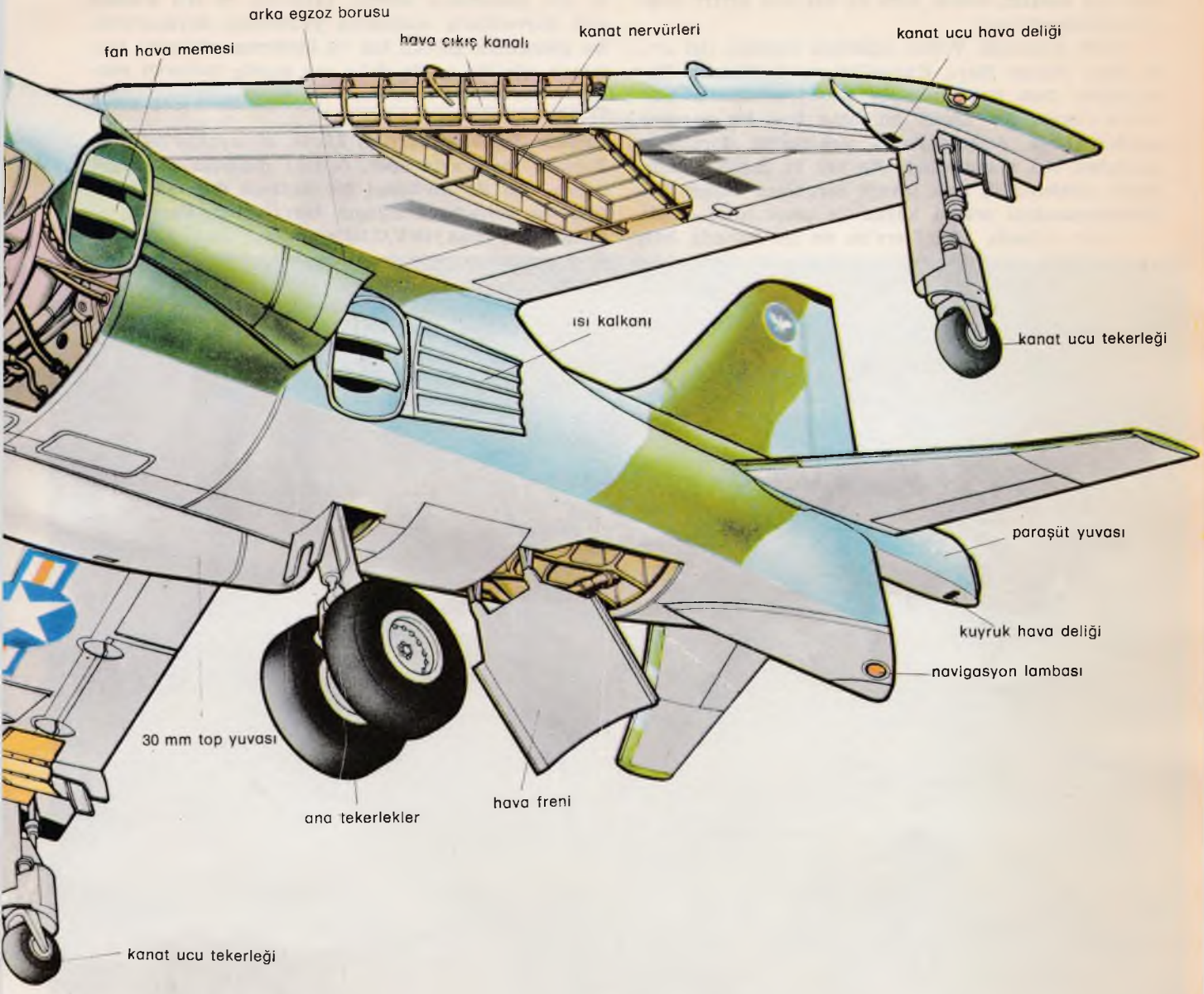
1954 yılında Rolls-Royce firması tarafından yapılan, jet motorlu deney aracı. (altta) Kaldırma gücü iki Nene motoru tarafından sağlanmaktadır. Denge için, uçlardaki basınçlı hava memeleri (4 tane) kullanılmaktadır.



Breguet'nin 941S nakliye uçağı, tipik bir Stol uçağıdır. (üstte) Dört büyük pervanenin yarattığı hava akımı, kanatlardaki flaplardan geçerek, düşük hızlarda yüksek kaldırma gücü sağlar. Resimde, 90 derece açılmış durumda olan flaplar, kısa inişte hava freni görevi yapmaktadır.

Dornier firmasının deneysel amaçlarla yaptığı Do31 uçağında iki Pegasus ve sekiz küçük Rolls-Royce RB162 motoru vardır. (altta) Bu küçük motorlar düz uçuşta kapatılır. Rolls-Royce-Bristol Pegasus motoru, bir yönlendirilebilir güç motorudur.


kanopi
hava girişleri
Pegasus
turbofan
motor
pilot kabını konsolu
burun hava deliği
pitot tüpü başı
hava çıkış kanalı
yön dümeni kadranı
tekerlek yuvası
iniş farı
burun tekerleği
dış silah pilonu
AIM-9 Sidewinder füzesi



A.B.D. ordusu tarafından kullanılan Harrier AV-8A uçağı. Memeler, dikine kalkış ya da iniş için, itiş gücünü aşağıya doğru verecek biçimde ayarlanmıştır. Karşı sayfadaki küçük çizimlerde, dikine kalkıştan düz uçuşa geçişte, memelerin dönerek itiş gücünü geriye vermeleri görülmektedir. Dikine kalkıştan sonraki havada duruş ve düz uçuşa geçiş anında uçak, burunda, kuyrukta ve kanat uçlarında bulunan dört küçük jet motoruyla dengelenmektedir.

bir uçaktı. 1960 yıllarının sonlarında bu uçağın ticari amaçlarla kullanılabileceği sanılmıştı. Uçakta bulunan yönlendirilebilen motor, gücü, hem kaldırma için aşağıya doğru, hem de itiş için geriye doğru verebilmekteydi.

1970 yıllarında V/Stol uçaklara duyulan ilgi arttı. Batı Alman Hava Kuvvetleri ve Lufthansa Havayolları, hem sivil, hem de askeri amaçlarla kullanılabilecek, 100 kişilik bir uçak için bir yarışma açtılar. Uçak yapımcılarının geliştirdiği dört ayrı projeden biri kabul edildi. Ne var ki, yapılan planların incelenmesi, bazı teknik sorunlara çözüm bulunamayacağını ortaya koydu ve proje iptal edildi.

Aynı yıllarda İngiltere'de de bu konuda bazı çalışmalar yapıldı. Hawker Siddeley firması, taşıma kapasitesi 100 yolcu, menzili 500 mil, hızı da 0,85 Mach olan bir V/Stol uçak dizayn etti. Bu uçaktaki güç sisteminin temeli, kaldırma ve itiş gücünü ayrı kaynaklarla oluşturma yöntemine dayanıyordu. Bu yöntemde, gerekli itiş ve kaldırma güçlerini sağlamak için bir ya da daha çok sayıda motorun yön-

Hawker Siddeley Harrier, küçük bir uçaktır ve Pegasus motoruyla uçar. (altta) Kalkışta motor bozulur ya da herhangi bir nedenle durursa, pilot, fırlatma koltuğuyla atlayıp kurtulabilir. Harrier, günümüzde uçan tek V/Stol uçağıdır.

lendirilmesi yerine, iki güç, ayrı motorlarla sağlanıyordu. Hawker Siddeley firmasının HS.141 uçağında, düz uçuşta itiş gücü sağlamak için iki büyük motor, iniş ve kalkışlar için de 16 küçük motor (küçük ve geriye eğik kanatların kaldırma gücü sağlayamadığı anlarda çalıştırılıyorlardı) vardı. Ama, zamanla bu uçağın da, hem teknik açıdan yetersiz, hem de ticari açıdan pek ilgi çekici olmadığı ortaya çıktı.

Günümüzde kullanılan yalnızca bir tek V/Stol uçak vardır: İngiliz Hawker Siddeley firmasının, savaş alanlarında yakın destek için geliştirdiği Harrier uçağı. Dış görünüşü normal uçaklara benzeyen Harrier, bir Rolls-Royce Pegasus motoruyla donatılmıştır. Bu motorun yönlendirilebilir dört jet çıkışı vardır. Harrier avcı uçağı, düşman saldırılarına açık olan pistlere gereksinme göstermemekte, savaş alanı yakınlarındaki küçük düzlüklerden havalanabilmektedir. Ayrıca, bir görev uçuşu yapıp geriye dönmesi ve ondan sonraki göreve hazırlanması için geçen süre, öteki uçaklar için gerekli olan sürelerden çok daha kısadır. Normal uçaklar, beton pistlerden kalkıp, hedefe kadar bazen oldukça uzun süreli uçuşlar yapmak zorunda kalmakta, dönüş, piste iniş ve ikinci göreve hazırlanış için de, uzun bir süreye gereksinme göstermektedirler. Harrier uçağı, ayrıca, aynı büyüklükteki öteki uçaklardan daha fazla bomba atabilmektedir. Uçağın motoru, gövdeyi dikine kaldırabilecek güçtedir, ama aynı büyüklükteki avcı uçaklarında bulunan motorlardan iki kez daha güçlüdür. Harrier, 300 m'lik uçuş pisti bulunan yerlerde (normal avcı uçaklarının pist gereksinimi yaklaşık 3 000-4 000 m'dir), kısa kalkış ve iniş yaparak, daha çok silah yükü de taşıyabilmektedir.

Ticari sorunlar: Söz konusu özelliklere karşın, V/Stol uçakların ticari amaçlarla kullanılabilmeleri şimdilik aşağı yukarı olanaksızdır. Kısa mesafelere uçuş yapan uçakların bile, sanıldığından daha geniş ve uzun alanlar gerektirdiği anlaşılmıştır. Sözgelimi, kalkış ve iniş noktalarının, jet egzozunun verebileceği zarar nedeniyle, terminal bölgelerinden uzak olması gerekmektedir. V/Stol uçaklarının kullanabileceği bu tür alanlarınsa, büyük kentlerin merkezlerine kurulması pek kolay olmamaktadır. Geleneksel uçaklar, varolan havaalanlarından yararlanabilirler, ama V/Stol uçaklar için, yeni terminal binaları, servis alanları ve yakıt ikmal bölgeleri yapmak gerekir. Yılda yaklaşık 5 milyon yolcunun taşınmasında kullanılacak bu alanların yapımıysa oldukça pahalıya malolmaktadır. En büyük teknik sorunlar, bu uçakların gürültülerinin azaltılmasından ve kötü hava koşulları ile gece uçuşlarında uçakların alana

LTV-Hiller-Ryan XC-142 konvertiplan, dört motor taşıyan kanatlarını dikey duruma getirip helikopter gibi havalanmakta, sonra da kanatları eski haline getirip düz uçuşa geçmektedir. (altta)

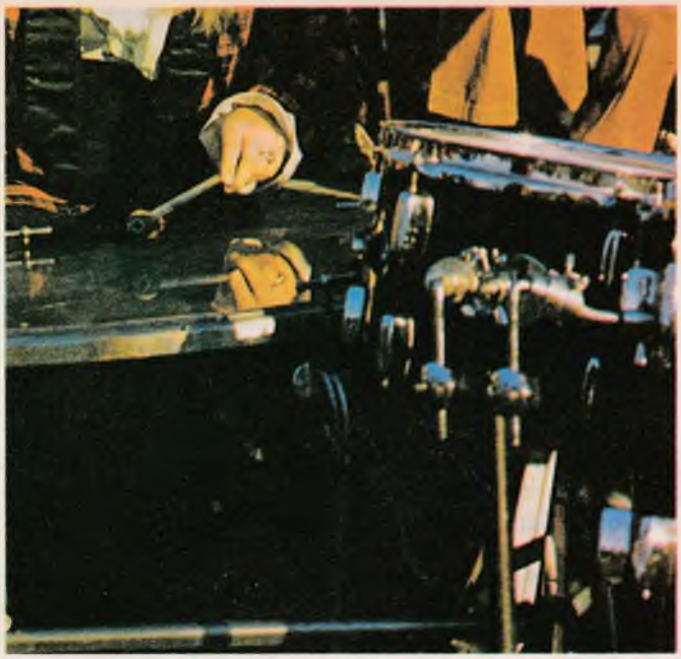
yaklaşmalarını sağlayacak kolaylıkların geliştirilmesinden kaynaklanmaktadır. Bu durumda, gelecekteki yolcu ve yük taşıma uçaklarının, amacının bulunmadığı askeri havacılıkta bile,V/Stol değil, yalnızca Stol tipinde yapılacağı sanılmaktadır.

VULKANİZASYON Bk. KAUÇUK, DOĞAL

VURMALI ÇALGILAR

Vurmalı çalgılar iki grupta toplanır: Gergin bir zara vurulduğu zaman ses çıkaran *membranofon*lar; sert ve yoğun maddelere vurulduğu zaman titreşmeden ötürü ses çıkaran *idiofon*lar. Her iki gruptaki çalgılara da, ya doğrudan doğruya ya da bir mekanizma aracılığıyla vurulur. Bunlar, sallama gibi başka bir hareket sonucunda da ses verebilirler. En eski örnekleri tohumlu bitkilerden yapılan bu tür ziller, bilinen ilk çalgı araçlarıdır. Devrilmiş ağaç gövdelerinden yapılan bazı davul türleri ile, aynı noktaya asılan bir çift taş ya da tahta gibi birbirine çarpıp ses veren aygıtlar da çok eskidir. Orkestralarda varlıklarını hâlâ sürdüren bu çalgılar, sürekli olarak geliştirilmektedir.

İdiofonlar: Vurmalı tahta çalgılar, tarihöncesinden bu yana aşağı yukarı aynı kalmış, ama metal ziller yüzyıllar boyunca önemli değişikliklere uğra-



XV. yüzyıldaki Türk davulundan esinlenilerek yapılan orkestra davulları. (üstte) Resimde, deriyi germek için kullanılan düzenek de görülmektedir. Guatemala marimbası. (altta) Modern ksilefon, müzik aletlerinin gelişimine iyi bir örnektir. Amerika'da yaşayan Afrika'lı köleler, Avrupa'nın müzik çalgılarını kopya etmişler, Meksika'lı ve Guatemala'lılar da bunları geliştirip, yeniden Avrupa'ya tanıtmışlardır.

mıştır. Ortaçağ'daki ziller, çan sesine benzer ses veren, küçük, kalın, derin oyuklu çalgılardı. XVIII. ve XIX. yüzyıllardaki zillerse, daha büyük ve inceydi. Modern ziller, bileşimi özenle saklanan bir pirinç alaşımından yapılır. Pirincin dikkat ve titizlikle dövülmesiyle, kullanılacağı amaca göre, uzun ya da kısa titreşen ziller yapılabilir. Sözgelimi dans müziği orkestralarında tempoyu belirleyen zillerin titreşim süreleri, klasik müzik orkestralarındaki zillerinkinden kısadır.

Güneydoğu Asya ile Afrika'da tarihöncesinden beri kullanılan ve çeşitli tahta çubuk dizilerinden oluşan çalgılar, bu bölgelerden dünyaya yayılmıştır. Çubuğun verdiği sesin frekansı, çubuğun yoğunluğuna ve kalınlığına bağlıdır. Çubuk ortasından inceltilince, sesin niteliği artar, frekansı alçalır. Afrika'da çok eskiden beri bilinen bu gerçek, Avrupa'da ancak XX. yüzyılda anlaşılmıştır. XV. yüzyıldan XX. yüzyıla kadar Avrupa'da yalın bir *ksilefon* türü kullanılmıştır.

Çok kullanılan metal çalgılar arasında, üçgen biçimli çelik çubuktan oluşan *üçgen* ile *gong* ve çanlar sayılabilir. Dövme bronzdan yapılan ve büyük bir tepsiye benzeyen gong, Batı Asya'da ortaya çıkmıştır (orkestralarda kullanılan gonglar, otuz yıl öncesine kadar Çin'den getirilirdi). Büyük çanlarsa, Ortaçağ'dan bu yana genellikle, kiliselerde çalışan gezginci çancılar tarafından yapılmaktaydı. Ama bu büyük bronz çalgılar, orkestralarda kullanmaya elverişli olmadıklarından, bu amaçla genellikle, çelik levha ya da pirinç borulardan yararlanılır.

Membranofonlar: Membranofonlara ilk örnek, davuldur. Osmanlı Türkleri'nin Avrupa'ya yaptığı seferler sırasında bu çalgı, oralarda da tanınmış ve böylece orkestra davulları (timpani) ortaya çıkmıştır. Davulların frekansları, çaplarına, kalınlıklarına ve derinin gerginliğine bağlıdır.

XV. yüzyılda ortaya çıkan trampetin timpaniden farkı, silindir biçimli gövdesinin iki yanından da çalınabilmesi ve belirli bir frekans vermemesidir. Tahta sopalarla çalınan bu çalgılarda, deri kuru bir ses verir. Sesin süresi çok kısa olduğundan, bir vuruşla sürekli ses sağlamak olanaksızdır. Bu yüzden, sesi sürdürmek için, çalanın vuruş hızını iki katına çıkarması gerekir.

Dünyanın çeşitli yörelerindeki halk müziklerinden türeyen başka çalgılar arasında, *marakas*, *kastanyet*, *bongo* ve Batı Hindistan'dan gelme çelik davullar, vb., vurmalı çalgılar arasında önemli yer tutar.

VURU KOD MODÜLASYONU

1938 yılında bulunan vuru kod modülasyonu, önemli bir sayısal sistem örneğidir. Vuru kod modülasyonunda, bilgi, düzgün biçimde değişen analog sinyal gibi (sözgelimi, genlik modülasyonunda ya da FREKANS MODÜLASYONU'nda olduğu gibi) değil, bir dizi vuru biçiminde iletilir. Bir vurunun genliği, uzunluğu, yeri ve varlığı, kodu oluşturur. Kod, iletilecek sinyali temsil eder. Vuru kod modülasyonu sinyalleri, eski tip modülasyonlardan daha az parazitlidir (yani, gerekli sinyalin üstüne bindirilmiş gereksiz sinyaller daha azdır), daha az girişime uğrarlar ve güçlendirme istasyonlarıyla bozulmaya uğramadan yeniden yükseltilebilirler (bu, «sönme»yi önler). Ayrıca, *mültipleks* yöntemiyle (sinyaller arasında boşluk bırakma), belirli bir kanaldan ayrı ayrı sinyaller iletilebilir.

Analog ve sayısal sistemler: Her fiziksel nicelik, ölçülebilir, iletilebilir ve analog ya da sayısal biçimde gösterilebilir. Sözgelimi, zamanı analog ya da sayısal biçimde gösteren saatler yapılabilir. Analog biçim, ibrelerin bir kadran üstünde sürekli dönmeleridir; sayısal biçimdeyse zaman, bir dizi şayı halinde gösterilir.

Tıpkı saatlerdeki gibi, voltmetre ve termometrede de ibre ve kadran yerine sayısal ekranlar kullanılabilir.

Elektronik sistemlerde valflar (vakum tüpleri) ve TRANSİSTÖR'ler, analog sinyalleri olduğu gibi büyütürler. Başka bir deyişle, gelen sinyali olduğu gibi izlerler. Oysa sayısal sistemlerde bu aygıtlar, yalnızca açık-kapalı durumundaki şalterler gibi çalışırlar. Bir sinyal varsa, transistör, «açık» duruma gelir; sinyal bulunmadığı zamansa «kapalı» durumdadır. Transistörlerin ve ENTEGRE DEVRELER'in yapımıyla, sayısal sistemlerin, analog sistemlerden daha yalın ve güvenilir olduğu ortaya çıkmıştır.

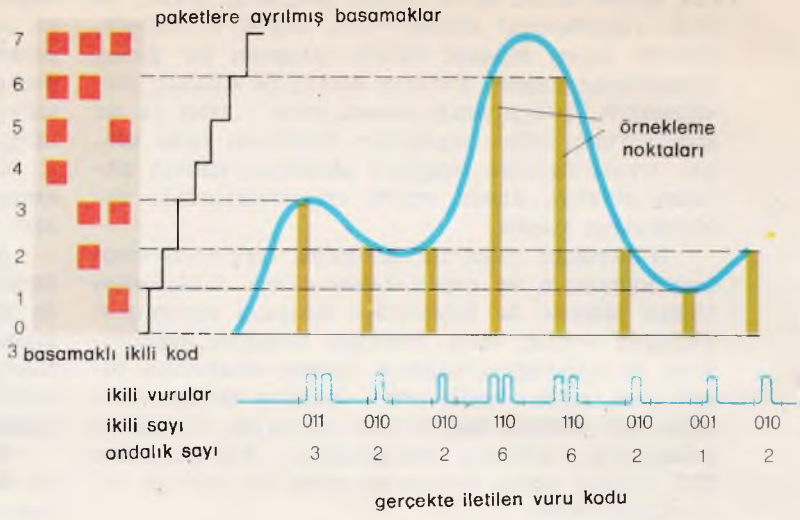
VKM basılı devre plakasının yerinden çıkarılması. (üstte) Geniş yerleşme bölgelerinde telefon konuşmalarını bağlayabilen VKM sistemleri geliştirilmiştir. Bunlar, yalnızca bir iletken çifti üstünden, aynı anda 24-30 konuşma sağlayabilirler.

VURU KOD MODÜLASYONU

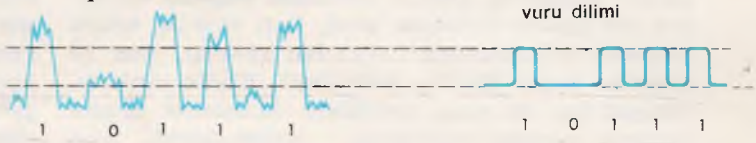
sayı	ikili kod	sayı	ikili kod
0	0000	8	1000
1	0001	9	1001
2	0010	10	1010
3	0011	11	1011
4	0100	12	1100
5	0101	13	1101
6	0110	14	1110
7	0111	15	1111

4 basamaklı ikili kod tablosu

sinyalin üç basamaklı ikili koda dönüştürülmesi



parazitin azaltılması



VKM'de, sinyal yüksekliğinin düzenli aralıklarla (örnekler) temsil edilmesi için ikili kod kullanılır. (üstte) İkili sistemde yalnızca 0 ve 1'den yararlanılır. Tabloda birden on beşe kadar sayıların ikili sistemdeki karşılıkları görülmektedir. Sinyal genliği belirli basamaklardaki sınıflara (ya da paketlere) ayrılır ve her basamağın kendi ikili sayısı bulunur. VKM kodlayıcısı, her örnekleme anında sinyalin hangi basamakta bulunduğunu belirler ve bu basamağın ikili kodunu iletir. VKM parazite karşı duyarsızdır; çünkü vurular temizlenerek, bindirilmiş parazit azaltılır ya da ortadan kaldırılır.

VKM tekniği: Bir analog sinyal (sözgelimi bir konuşmayı temsil eden bir gerilim) bir vuru kod *modülatörü* aracılığıyla sayısal biçime dönüştürülebilir. Bunu yapabilmek için, sinyalin düzenli aralıklarla gözlemlenmesi ya da *örneklenmesi* ve bu örnekleme noktalarındaki sinyal genliğinin, bir sayısal sinyale dönüştürülmesi gerekir. Bu sinyal genellikle, yüksekliğin bir dizi «açık» ya da «kapalı», «evet» ya da «hayır», «0» ya da «1» durumlarıyla temsil edildiği bir ikili sayıdır ve bir anahtar transistör tarafından kolayca işlemden geçirilebilir. İkili sistem, sayıları göstermenin değişik bir yoludur. Ondalık sistemde on tane simge (0'dan 9'a) bulunmasına karşılık, ikili sistemde yalnızca iki simge (0 ve 1) kullanılır. Sayısal sistemlerde ikili sayılardan yararlanılmasının nedeni budur.

Örnekler ne kadar sık alınırsa, sinyal o kadar doğru olarak temsil edilebilir. Ama bu, sinyalin içindeki en yüksek değişme hızına bağlıdır. Sözgelimi, telefon sistemleri, üst frekans sınırı 4 000 Hz dolayında olan düşük nitelikli bir iletişim sağlar. Ama, bu düşük nitelikli sinyali aslına uygun biçimde iletebilmek için bile, 8 000 Hz hızında bir örnekleme gerekir.

Her örnek, bir analog-sayısal dönüştürücü (SAYILAŞTIRMA AYGITI) kullanılarak, ikili biçime dönüştürüldükten sonra, kaydedici denen bir aygıta gönderilir. İkili kod, buradan, alıcıya verilebilecek bir dizi vuru halinde çıkar. Alıcının içinde, bir başka kaydediciden ve bir sayısal-analog dönüştürücüden oluşan, bir *demodülatör* bulunur. Demodülatör, vuru kod modülatörünün yaptığı işlemin tam tersi bir işlem yapar. Vuru dizisi kaydediciye girer ve buradan, ikili sayı elde edilerek, sayısal-analog dönüştürücüyle gerilime dönüştürülür.

Bir VKM sinyalinin niteliğini belirleyen etmenler arasında, örnekleme hızının yanı sıra, sinyal genliğinin sınıflandırmada katılacağı *paketleme basamağı* da vardır. Paketlere ayırma işlemi, düzgün dalga biçimlerini basamaklara dönüştürür. Telefon sinyalleri için 128 paketleme düzeyi yeterlidir, ama yüksek nitelik için daha çok sayıda paketleme yapılır. 128 paketleme basamağı için, yedinci basamaktan bir ikili kod gerekir (2^7=128). Kullanılan toplam basamak sayısı, olası sinyal değerlerinin bütününü kapsamalıdır.

Zaman bölümlemeli mültipleks: Bir tek kanaldan birkaç sinyal iletilmek istendiğinde, zaman bölümlemeli mültipleks kullanılır. Tıpkı tek sinyal gibi bunlar da, her sinyalin ikili biçime dönüştürülmesiyle, ayrı ayrı kaydedicilere iletilir. Kaydedici-

ler sırayla kayar ve birinci sinyalin birinci örneğinin ardından ikinci sinyalin birinci örneği, onun ardından üçüncü sinyalin birinci örneği, vb. gelir. Sonra, birinci sinyalin ikinci örneğine dönülür ve onu ikinci sinyalin ikinci örneği, vb. izler. Her çevrimin başında bir zarflama sinyali (indeksleme vurusu) gönderilerek, aygıtın eşzamanlanması ve böylece çeşitli sinyallerin birbirinden ayrılması sağlanır.

Güçlendiriciler: Sinyalin iletilmesi sırasında bir miktar ENERJİ yitimi olur. Lazer ışınları ve MİKRODALGA frekans dalga zarfları kullanan çok etkili yöntemlerden yararlanılması bile enerji yitimini önlemez. Geleneksel iletim kablosuysa, direnci nedeniyle büyük yitimlere yolaçar. Ayrıca, uzaklık arttıkça parazitler de artar.

Ama parazitli bir kanalda bile, artı sinyal hemen algılanabilir. İletim kablolarına yaklaşık bir kilometre aralıkla yerleştirilen güçlendiricilerde, algılanan her vuru, aynı şiddette bir başka vurunun üretilmesine neden olur. Böylece özgün sinyal, güçlendiricide kolayca yeniden üretilir.

W

WANKEL MOTORU

Pistonlu motorlarda, hacmi pistonun hareketine bağlı olarak değişen bir yanma odası bulunur. İleri-geri hareket ederek çalışan İÇTEN YANMALI MOTOR'da, bu hacim değişikliği, silindir biçimli bir yuva içinde kayan pistonla sağlanır. *Döner* motorlardaysa, aynı amaçla, iki ya da daha çok sayıda dönen parça kullanılır. Aradaki temel fark, ileri-geri hareketli motorda hareketi sağlayan parçanın düz bir doğru üstünde gidip gelmesine karşılık, döner motorda aynı amaçla kullanılan parçanın sürekli dönel hareket yapmasıdır. Çalışan parçalar ileri-geri hareket etmediklerinden, döner pistonlu motorun dengesi duyarlı olarak ayarlanabilir ve taşıt araçlarının daha düzgün ve yumuşak çalışmaları sağlanır.

Santrifüj su POMPA'ları XVI. yüzyıldan sonra, kanatlı ve Roots tipi süperşarjörlerse yıllardan beri, ileri-geri hareketli motorlarda kullanılmıştır. Dr. Felix Wankel, İkinci Dünya savaşından önce her türlü döner motorun sınıflamasını yapmış ve bu incelemesinden, kendi adıyla anılan, üstün nitelikli, döner içten yanmalı motor doğmuştur.

Motorun yapısı: Wankel motorunda, 8 biçimli bölme içinde dönen, kenarları hafifçe yuvarlanmış bir üçgene benzeyen bir rotor bulunur. Rotor ile içinde bulunduğu bölmenin geometrik şekilleri, genel olarak «*trokoid*» diye adlandırılan bir eğri grubundan kaynaklanır. Bu eğriler, bir dairenin başka bir daire çevresinde döndürülmesi sırasında, döndürülen dairenin çevresinde ya da yarıçapının bir uzantısı üstünde bulunan bir noktanın izlediği yolun çizilmesiyle elde edilir.

Rotorun ortasında bir delik yeralır. Deliğin içi dişli yapılmış, bu dişler, hareketsiz bir eksen çevresinde dönen küçük bir dişliye kenetlenmiştir. Piston yuvasının biçimi, rotora bağlı *R* uzunluğunda bir kola benzer. Rotorun merkezi, hareketsiz dişlinin çevresinde bir daire çizer; *e* harfiyle gösterilen bu dairenin yarıçapına, «rotorun dışmerkezliliği» adı verilir. *R*'nin *e*'ye oranı motorun temel biçimini belirler. Bu oran büyükse, taranan hacim motordan küçük olacağından, hareketsiz dişlinin küçük yapılması gerekir; çünkü krank milinin kalınlığı, içinden geçtiği bu dişlinin büyüklüğüyle sınırlanır.

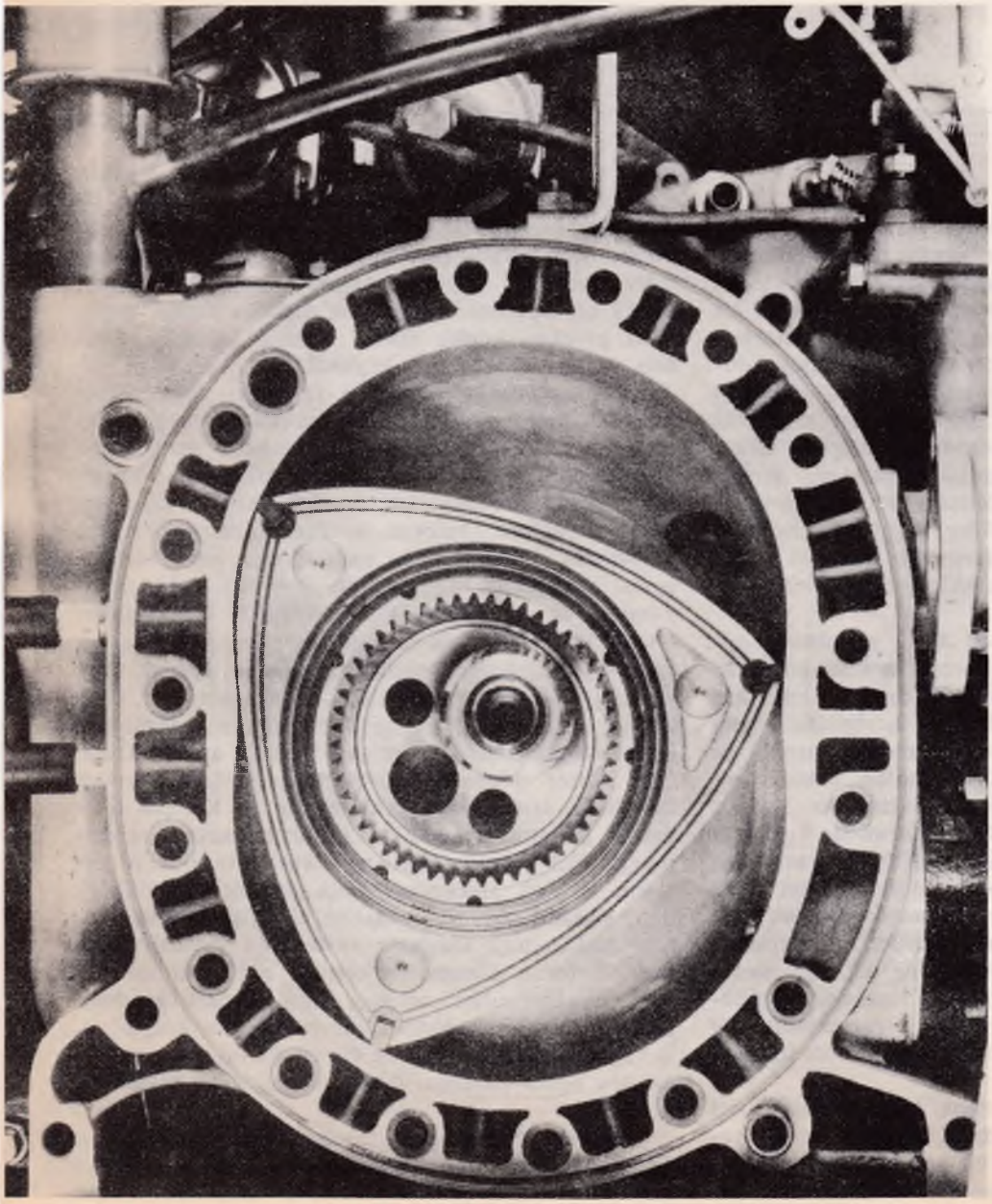
Rotor dönerken, rotorun iki yanı ile kenarlar arasında kalan açıklık belirli aralıklarla değişir; genişleyip sıkışarak, ileri-geri hareketli motorlarda, dört zamanı oluşturur: Ateşleme; sıkıştırma; genişleme; egzoz. Rotorun bir devrine karşılık, üç ateşleme gerçekleşir (rotorun üç yüzü vardır; dört yüzlü rotorda dört ateşleme yapılır, vb.), ama rotorun açısal hızı krank milininkinin üçte biri kadar olduğundan, krank milinin her dönüşünde bir ateşleme oluşur. Döner motorda rotorun her kenarı bir piston görevi yaptığından, işlemlerin sırasını izlemek için, kenarlardan birini göz önüne almak yeterlidir. Sözgelimi, yüzeylerden birinin ön ucunun gövdedeki emme deliklerinden birini yeni geçtiği an ele alınabilir. Rotor dönüşünü sürdürdükçe, rotorun kenarı ile gövde arasındaki aralık büyür ve karışım içeri emilir. Rotorun söz konusu kenarının arka ucu emme girişini geçince, karışım aralıkta tutulur ve rotorun dönüşü sırasında aralık gittikçe küçüldüğünden, karışım sıkıştırılır. Hacim en düşük düzeye indiği zaman buji ateşlenir ve karışım yanarak genleşir. Rotorun dönme merkezi ile gövdenin merkezi aynı olmadığından, rotorun ilgili kenarı ateşleme kuvvetiyle itilerek döndürülür ve böylece krank mili üstündeki küçük dişli de döner. Sonra, kenarın arka ucu egzoz çıkışının üstünden geçer ve gazlar dışarı atılır.

Wankel motorunun kuramsal olarak birçok üstünlüğü vardır. Bunlardan biri, daha önce de sözü edilen sarsıntısız çalışmasıdır. Verimli çalışması için

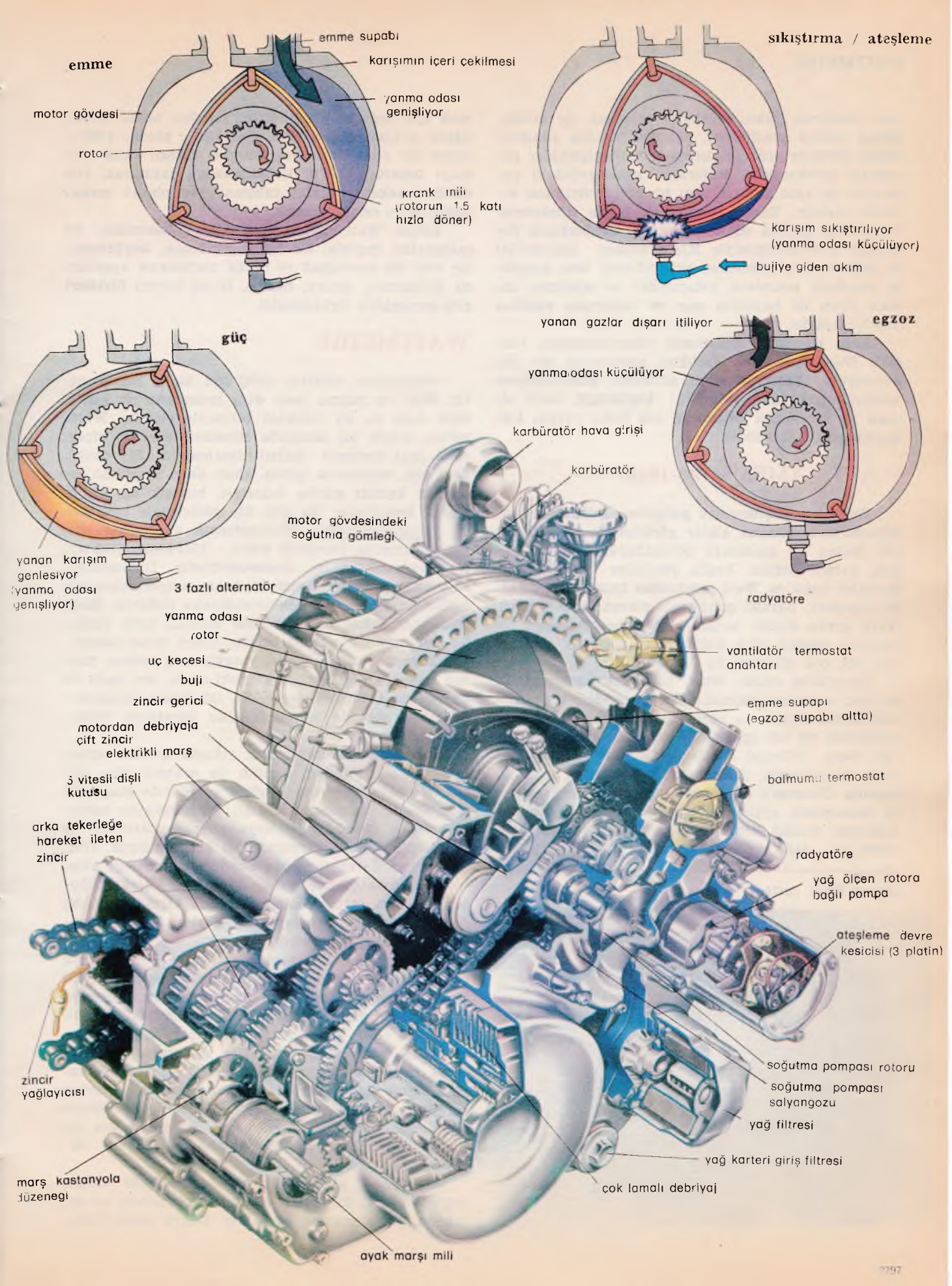
şaft hızının yüksek olması gerekir. Motorda ileri-geri hareket yapan parça olmadığından, bu gereksinme kolayca sağlanabilir. Tek dengesizlik, rotorun yörüngesel hareketinden kaynaklanır ve yanma odaları ayrı olan iki rotorun, ortak bir krank mili üstüne, yörüngenin karşıt noktalarına yerleştirilmesi yoluyla kolayca giderilir. Bir başka üstünlük de hareketli parça sayısının az olmasıdır. Alışılmış ileri-geri hareketli motorlardaki piston, piston kolu, krank mili, eksantrik mili ve supap dişlilerine karşılık, Wankel motorunda, yalnızca 2 hareketli parça vardır: Rotor; krank mili. Üstelik motor, verimine ve gücüne oranla çok küçüktür.

1954 yılında Felix Wankel, NSU firmasıyla birlikte, döner motor konusundaki düşüncelerini açıkladı. İlk araştırmalar, KOMPRESÖR üstünde yapıldı. 1957 yılında ilk motor geliştirildi. Bu modelde, hem rotor, hem de gövde farklı hızlarla dönüyordu. İki parçanın da dönmesi oldukça karmaşık bir yapı gerektirdiğinden, 1958'de temel model, bir gövde içinde dönen planet rotordan oluşacak biçime dönüştü. Kısa bir süre sonra da üretime geçildi ve motor, küçük bir spor otomobil olan NSU Spider'in arka bölümüne yerleştirildi.

Yakıt tüketimi: Wankel motoru, günümüzde, mekanik sorunların önemli boyutlara ulaşamayacağı kadar geliştirilmiştir. Ancak yakıt tüketimi, oldukça yüksektir. Wankel motorunda, yanma odasının biçimi (sıkıştırma oranları, ateşleme zamanlaması ve egzoz sistemleri açısından), motorun verimini büyük ölçüde etkiler. Yakıt tüketiminin, ileri-geri hareketli motorun tüketimi düzeyine inmesi



Wankel motorunun rotoru ve gövdesi. (solda) Resimde gövdenin epitrokoid biçimi görülmektedir. Rotorun ortasındaki dişliler, krank milini çevirir. Wankel motorunda da, alışılmış pistonlu motorlardaki dört zamandan yararlanılır. Ancak motorun biçimi çok farklıdır. Dışmerkezli olarak dönen rotor ile gövde arasındaki aralığın hacmi değişir ve her dönüşte iki kez genişleyip sıkışır. Böylece silindir içinde iki kez yukarı-aşağı gidip gelen pistonun işlevini üstlenir. Sağdaki resimde, üstteki dört çizimde üçgen biçimindeki rotorun bir kenarı için (turuncu renkli) çevrim görülmektedir. Wankel motoru, hem ileri-geri hareketli motora oranla daha küçük ve hafif olduğu, hem sarsıntısız çalıştığı, hem de güç/ağırlık oranı üstün olduğu için, motosikletlerde kullanılır. Sağdaki resimde altta, Suzuki RE-5 motosikletin motoru ve vites kutusu görülmektedir. Su soğutmalı, tek rotorlu motorun hacmi 497 cm³ (bir aralığın taranan hacmi), gücü 6 500 devir/dakikada 62 BG'dür (SAE).


emme
emme supabı
karışımın içeri çekilmesi
yanma odası genişliyor
motor gövdesi
rotor
krank mili (rotorun 1,5 katı hızla döner)
sıkıştırma / ateşleme
karışım sıkıştırılıyor (yanma odası küçülüyor)
bujiye giden akım
güç
yanan karışım genleşiyor (yanma odası genişliyor)
yanan gazlar dışarı itiliyor
egzoz
yanma odası küçülüyor
karbüratör hava girişi
karbüratör
motor gövdesindeki soğutma gömleği
3 fazlı alternatör
radyatöre
yanma odası
rotor
uç keçesi
buji
zincir gerici
vantilatör termostat anahtarı
emme supabı (egzoz supabı altta)
motordan debriyaja çift zincir
elektrikli marş
balmumu termostat
5 vitesli dişli kutusu
arka tekerleğe hareket ileten zincir
radyatöre
yağ ölçen rotora bağlı pompa
ateşleme devre kesicisi (3 platin)
soğutma pompası rotoru
soğutma pompası salyangozu
yağ filtresi
zincir yağlayıcısı
yağ karteri giriş filtresi
marş kastanyola düzeneği
çok lamalı debriyaj
ayak marşı mili

için (motorun yakıt enerjisini mekanik işe dönüştürme verimi yönünden), Wankel yanma odasının biçimi üstünde yeni araştırmalar ve değişiklikler yapılması gerekecektir. Rotorun kenarlarındaki çukurlara da aynı amaçla yeni bir biçim verilmesi zorunlu olabilir. Yararlı olabilecek başka düşünceler de, yakıtın yanma odasında bujiye olabildiğince yakından püskürtülmesiyle R/e oranının azaltılması ve böylece oda hacminin küçültülmesi (bu, gerçekte mekanik sorunlara yolaçabilir) ve ateşleme zaman ayarı ile bujilerin sayı ve yerlerinin yeniden belirlenmesidir.

Bazı alanlarda beklenene ulaşamamasına karşılık Wankel motoru, varlığını sürdürecek bir güç kaynağıdır. Yakıt tüketimi sorunları giderilebilirse, mekanik bakımdan yalınlığı, küçüklüğü, hafif olması ve sarsıntısız çalışması, çok daha yaygın kullanılmasını sağlayabilir.

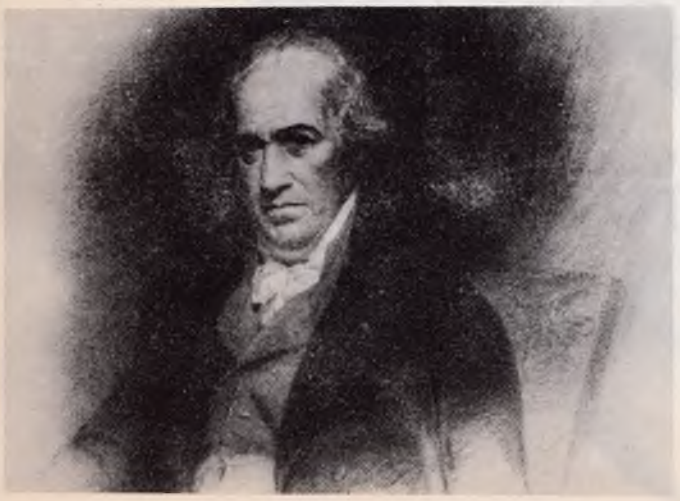
WATT, JAMES (1736-1819)

Watt'ın yoğuşturucuyu geliştirmesi, BUHAR MAKİNASI'nı, o zamana kadar görülmemiş bir verimle güç üreten bir makinaya dönüştürdü. Ama bu makina yeterli değildi, başka yenilikler gerekiyordu. Bunların çoğu da Watt tarafından bulundu: Çift etkili hareket; paralel çalışma; planet mekanizması. Watt ayrıca, ölçüm birimi olarak beygirgücünü ve basıncın hacme göre değişmesini gösteren çizimler gibi pek çok düşünce de öne sürdü.

İskoçya'da doğan Watt, çocukken matematiğe ve araç gereçlere duyduğu ilgi yüzünden babasının atölyesinde çalışmaya başladı. 18 yaşında Glasgow'a gönderildi ve bir optikçinin yanında kısa süre çalıştı. Ama bilimsel araçların merkezi Londra'ydı. Watt bir yıllığına, çalışmak için Londra'ya gitti. 20 yaşında Glasgow'a döndü ve kısa sürede üniversitede matematik aygıtları yapımcısı oldu. Bir buhar makinası modeli üstünde çalışırken, verimsizliğin nedeninin, daha önceki çevrimde buharı yoğuşturmak için soğutulan silindirin, yeniden buhar sıcaklığına ısıtılmasından ileri geldiğini gördü. 1765'te ikinci bir yoğuşturucuyla, silindiri sürekli sıcak tutmayı başardı. 1774'te Birmingham'a taşınarak, çift etkili hareketi, paralel çalışmayı ve planet mekanizmalarını ortaya çıkardı.

James Watt, buhar makinası konusundaki bu çalışmaları dışında, bir kopya makinası, heykeltraşlar için bir pantograf ve başka matematik aygıtları da geliştirmiş, ayrıca, basınç, ısı ve hacim ilişkileri gibi kuramlarla ilgilenmiştir.

James Watt. (altta)



WATTMETRE

Wattmetre, elektrik GÜÇ'ünü ölçen bir aygıttır. Güç, «iş yapma hızı» diye tanımlanır ve genellikle watt ya da kilowatt birimiyle ölçülür. Wattmetre, belirli bir zamanda tüketilen enerjiyi ölçen, watt-saat metreyle karıştırılmamalıdır. Bir devredeki güç, wattmetre içinde, giren akım ve yükün etkisinde kaldığı gücün değeriyle, birleşik bir ölçüm olarak hesaplanır. Bu güç, bir göstergeyle belirtilir.

Dinamometreler: Wattmetrenin en önemli tipi, genel yapısıyla hareketli bobin AMPERMETRE'siyle karşılaştırılabilen, *dinamometre*dir. Dinamometre wattmetresinde, hareketli bobin ampermetresinin mıknatısı yerine, bir elektromıknatıs bulunur. Elektromıknatıs, her biri hareketli bobinin birer yanında bulunan bir çift hareketsiz bobin biçimindedir.

Yüksek direnç altında, yataklanmış bobine, yükten gelen gerilim verilir. Yükteki akım, seri bağlı iki hareketsiz bobinden geçer. Bu iki bobin, bileşkeleri hareketli bobinde magnetik alan yaratacak biçimde düzenlenmiştir.

Hareketli bobine direnç yoluyla gerilim uygulandığında, bobinden, gerilim ile orantılı olan düşük bir akım geçer ve böylece çevresinde magnetik alan oluşur. Bu magnetik alan, iki hareketsiz bobinde oluşan akımla tepkimeye girerek, hareketli ve hareketsiz bobinler arasında bir güç oluşturur. Güç, bir dönme hareketi ya da döndürme momenti oluşturarak, yataklanmış bobini döndürür. Hareketli bobini taşıyan şafta takılmış bir çift sarmal yay, bu dönüşü denetim altında tutar. Yaylar, hareketli bobine akım taşıma görevini yapar.

Bobin, denetim yaylarının karşı momentiyle dengeye getirilinceye kadar hareketini sürdürür. Bu statik sapma, hareketli bobine takılı bir göstergede, yükteki akım ve gerilimin çarpımıyla orantılı bir değer verir. Akım ve gerilimin çarpımı, devredeki gücün ölçümü olduğuna göre, göstergenin sapması da devredeki güçle orantılıdır. Bu değer aygıtta, yük akımı ile gerilim bobininin akımına tepkiden türetilir. Nitelikli wattmetrede, hareketli bobinin oluşturduğu döndürme momenti, bütün sapma sınırları (genellikle 85-88° arasındadır) içinde değişmez.

Gerilimde, akımda ya da her ikisinde oluşan değişikliklerle, sapmalar, ortalama momentle ve ortalama güçle orantılı olacaktır. Doğru akım kulla-

nıldığında güç, akım ile gerilim çarpımının gerçek değeridir. Ama alternatif akım kullanıldığında, hareketli bobindeki akım, yükteki o andaki gerilimle, hareketsiz bobinlerdeki akımsa yükteki o andaki akımla orantılıdır. Bu değerler, bir SİNÜS DALGASI biçiminde değişir.

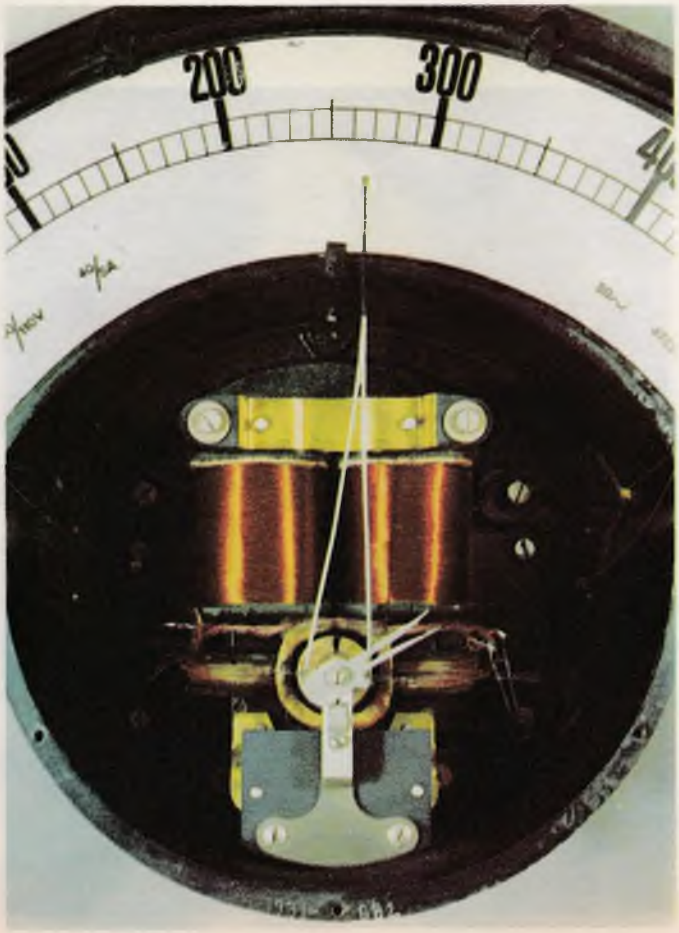
Hareketli bobinin peryodu alternatif akımın peryodu ile karşılaştırıldığında, ondan çok daha uzunsa, sapma iki akımın ortalama etkisi olacak ve değer, devredeki gücün kare köküne eşit olacaktır.

Öteki çeşitler: Dinamometre wattmetresine üstünlük sağlayan temel özellik, hem alternatif, hem doğru akımla kullanılabilmesidir. Böylece, alternatif akımlı aygıtların standartlaştırılmasında, bir karşılaştırma-geçiş standartı olarak kullanılabilir.

Bu nedenle «*indüksiyon* tipi» adı verilen bilinen wattmetrelerin derecelendirilmesinde kullanılır. İndüksiyon tipi, yalnızca alternatif akıma elverişlidir ve endüstride tablolara ya da denetim aygıtlarına takılır. Bunların, dinamometrenin % ± 0,1 yanılgısıyla karşılaştırıldığında, oldukça yüksek olan % ± 1-2'lik bir hata yüzdeleri vardır.

Wattmetrenin öteki çeşitleri, ELEKTROSTATİK wattmetre gibi yüksek gerilimlerde ve düşük akım ölçümlerinde yararlı olanlar, yüksek frekans ölçümlerinde termoçiftler kullanan termoelektrik wattmetreler ve çok düşük güç ölçümleri için kullanılan elektronik wattmetrelerdir.

İndüksiyon tipi wattmetre. (altta) Gerilim ve akım bobinleri hareketsizdir. Aralarında bulunan alüminyum silindir, bir eksen çevresinde döner. Bobinlerin oluşturduğu magnetik değişiklikler, silindirde akım üreterek, güçle orantılı bir döndürme momenti oluştururlar. Bu tür, yalnızca alternatif akımla çalışır.



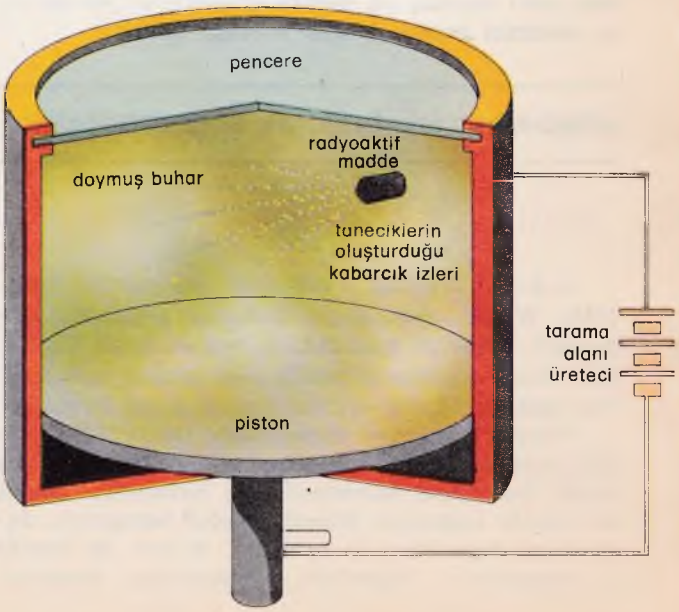
WHEATSTONE KÖPRÜSÜ

Bk. POTANSİYOMETRE

WİLSON SİS ODASI

Wilson sis odası, yüklü taneciklerin izlerini görünür hale getiren bir aygıttır. KABARCIK ODASI'nın öncüsüdür; ama aşağı yukarı karşıt bir ilkeyle çalışır.

Wilson sis odası. (altta) Odanın hacmi apansız artırıldığında, doymuş buhar hareketlenir ve yüklü tanecikler, yoğuşmuş damlacıklardan oluşan bir iz bırakırlar.



Sis odası, C.T.R. Wilson tarafından, 1912'de geliştirildi. Wilson, Ben Nevis araştırma laboratuvarında bulut oluşumu üstünde çalıştı ve bulut oluşturan küçük su damlacıklarının, toz ya da iyonlaşmış hava moleküllerinde, başka yerlerdekinden çok daha hızlı oluştuğunu farketti. Havada ilerleyen yüklü tanecik, hava moleküllerinden elektron alarak, iyonlaşmış moleküller oluşturduğuna göre, bulut oluşumu için gerekli koşullar sağlanırsa, taneciğin geçtiği yolda bir dizi damlacığın kalması sağlanabilirdi.

Sis odası, kabarcık odası gibi, yüklü tanecikleri belirlemede kullanılır. Ama, sıvıda gaz kabarcıkları yerine, gazda sıvı damlacıkları oluşmasına dayanarak çalışır.

Büyük sis odalarında, içinde tozdan arındırılmış hava bulunan yaklaşık 1,5 m uzunluğunda bir kap vardır. Hava, su ya da alkol buharıyla doyurulmuş hale getirilir ve kap sıkı bir pistonla kapatılır. Piston hızla çekildiğinde, apansız bir genleşme olur ve hava soğuyup, buharla *aşırı doymuş* hale gelir. Yüklü taneciklerdeki iyonların geçtiği yol boyunca sıvı damlacıkları oluşur. Bu damlacıklarla da izlerin fotoğrafı çekilir. Piston yerine itildiğinde, damlacıklar buharlaşır. Oluşan iyonları çekmek için elektrotlara akım verilerek, oda yeniden kullanılmaya hazır duruma getirilir.

1960 yıllarından sonra sis odaları, yerlerini, başka aygıtlara bırakmışlardır. Bunun nedeni, çağdaş TANECİK HIZLANDIRICILARI'ndan elde edilen taneciklerin, yüksek enerjilerinden ötürü, sis odasından öteki taneciklerle çarpışmadan geçebilmeleridir. Ayrıca, pistonun bir kez çalışmasından sonra odanın yeniden işleme hazır olabilmesi, ancak saniyeler sonra gerçekleşmektedir. Bu süre, bir saniyede birkaç kez tanecik üretebilen hızlandırıcılar için oldukça uzundur.

Bu sorun, sürekli çalışan *difüzyon* sis odasıyla çözülür. Difüzyon sis odasında, daha soğuk bölgelere çöken metanol damlacıkları kullanılır ve böylece, aşırı doymuş bir tabaka oluşturulur. Ne var ki, bu sistemin yararlı bölgesi oldukça dardır.

WİMSHURST MAKİNASI Bk. ELEKTROSTATİK

WRİGHT KARDEŞLER

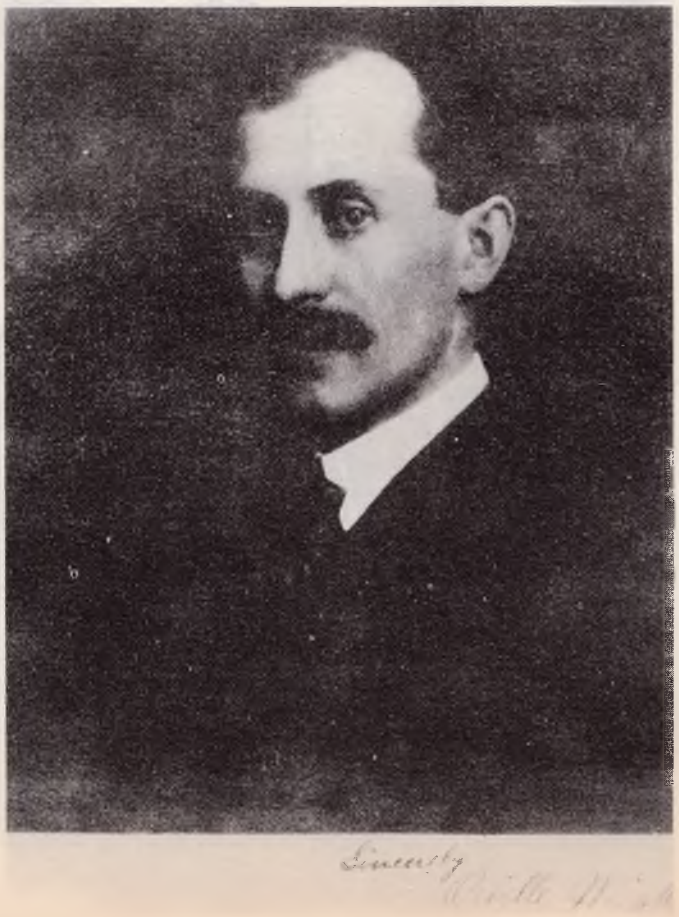
A.B.D'li Wilbur (1867-1912) ve Orville (1871-1948) Wright, genç yaşta mekanik aygıtlarla ilgilendiler. Bir süre matbaacılık ve gazetecilik yaptıktan sonra, o günlerde büyük para getiren bisikletçiliğe başlayıp, kendi bisiklet fabrikalarını kurdular.

Wright kardeşler, Almanya'da Otto LİLİENTHAL tarafından yapılan planör uçuşu denemelerini büyük bir ilgiyle izliyorlardı. Bu havacının, 1896'da bir planör kazasında ölmesiyle, uçuş konusunda düşünmeye başladılar. O sıralarda Wilbur 28, Orville 25 yaşındaydı. Yaptıkları çalışmalarda başarının anahtarı, bütün noktaları en ince ayrıntılarına kadar incelemeleri ve uçuş sorununa sistemli biçimde yaklaşmalarıydı. Kendilerinden önce bu konuda yapılmış çalışmaları gözden geçirip, yapılan hatalardan dersler aldılar.

Wright kardeşler, uçuşlarına bir planörle başlamayı kararlaştırdılar ve çift kanatlı bir uçakla 1900 Ekiminde birkaç uçuş yaptılar. Ama sonuç pek başarılı olmadı. Bu nedenle, yararlandıkları birçok bilginin yanlış olduğunu anlayıp, kendi araştırmalarını yapmayı kararlaştırdılar. Önce bir rüzgar tüneli geliştirerek yeni kanat kesitlerini incelediler ve birçok deney yaptılar. 1902 Ekiminde, tam anlamıyla denetlenebilen bir planör yapmayı başardılar. Ondan sonraki aşama, motorlu uçak olacaktı.

Wilbur ve Orville Wright, uçakları için en uygun güç kaynağının, benzinle çalışan bir motor olacağını anlamışlardı; ama o günlerde yapılan motorların hiç biri amaçlarına uygun değildi. Bu nedenle, kendileri bir motor geliştirdiler. 1903 yazında, «Uçucu» adlı ilk uçaklarını yaptılar. Ne var ki uçak, kalkış sırasında kumlara çakıldı. Yeniden çalışmalara başladılar. 17 Aralıkta Orville, 12 saniye uçarak, ilk mekanik uçuşu gerçekleştirdi. Daha sonra üç uçuş daha yaptılar ve bunlardan birinde, uçak, 59 saniye havada kaldı.

Orville Wright. (altta)



X

X IŞINLARI

Bir elektron demetinin (katot ışını) bir deşarj tüpünün camına çarpmasıyla oluşan ışınım, 1895 yılında, W. C. RÖNTGEN tarafından raslantı sonucu bulundu. Söz konusu dönemde özellikleri bilinmediği için bu ışınlar, "X ışınları" diye adlandırıldı. Günümüzdeyse X ışınlarının («röntgen ışınları» da denir) 0,001-10 nanometre (nanometre ya da nm, metrenin milyarda biridir) dalgaboyları arasında ELEKTROMAGNETİK IŞINIM olduğu bilinmektedir.

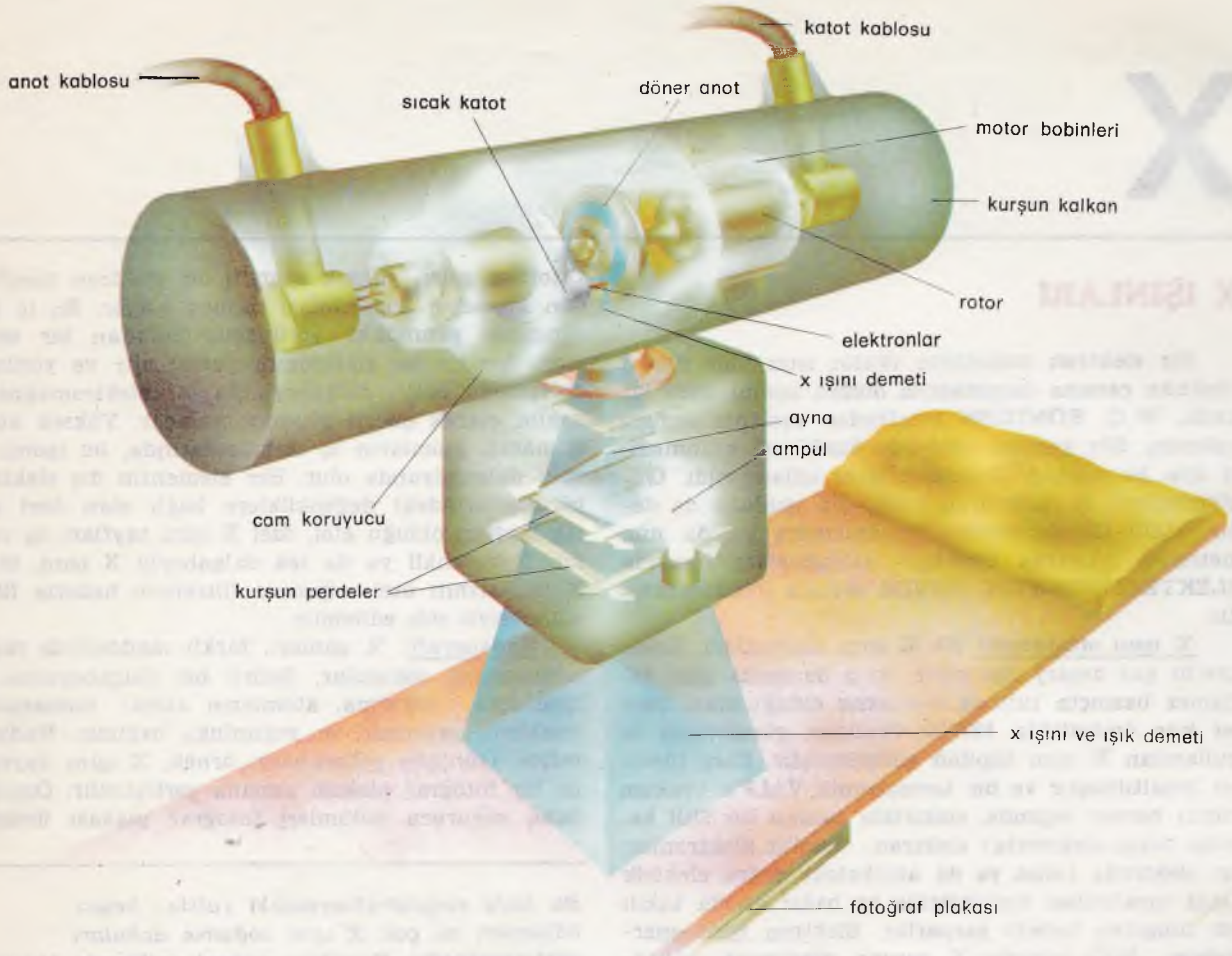
X ışını oluşturma: İlk X ışını kaynakları, Röntgen'in gaz deşarj tüpleridir. Ama bunlarda gazı değişmez basınçta tutmak olanaksız olduğundan, tüpler kısa ömürlüdür. 1913'te Coolidge, günümüzde de kullanılan X ışını tüpünü geliştirmiştir. Cam tüpün içi boşaltılmıştır ve bir termoiyonik VALF'a (vakum tüpü) benzer biçimde, elektrikle ısıtılan bir fitil katotta (eksi elektrotta) elektron üretilir. Elektronlar, arı elektroda (anot ya da antikatot) doğru elektrik alanı tarafından hızlandırılır ve bakır anoda takılı bir tungsten hedefe çarparlar. Elektron ışını enerjisinin %1'i, hedefte X ışınına dönüşerek, yalıtılmış tüpteki bir «pencere»den geçer. Enerjinin % 99'uysa ısıya dönüştüğü için, bakır antikatodun suyla soğutulması gerekir.

Coolidge X ışını tüpünde, X ışınlarının yoğunluğu, katot fitilindeki akımla denetlenir. Katot ve antikatot arasındaki gerilimde oluşacak bir yükselme, hedefte, daha kısa dalgaboylu ışınlar üretilmesini sağlar. Genellikle, kısa dalgaboylu X ışınları daha kolay soğurulur ve daha içe işleyicidir. Hastanelerde kullanılan X ışını aygıtları, 150 000 volttan düşük gerilimle çalışırlar. Oysa Coolidge tüpleri, birkaç yüz bin volta kadar çıkabilirler. Birkaç elektrotlu özel tiplerse, 2 milyon voltta çalışabilirler. Elektronların TANECİK HIZLANDIRICILARI'nda bir metal hedefe çarpmaları sağlanarak, çok daha kısa dalgaboylu (0,001 nm'den kısa) X ışınları üretilebilir. Bu kısa X ışınları, fiziksel bakımdan gama ışınlarının aynıdır, ama ışınım radyoaktif kökenli olduğundan böyle adlandırılırlar. Yüksek enerjili elektronların apansız durdurulmaları X ışınlarına neden olur.

Elektronların hedefe çarpmaları, hedef maddesindeki serbest elektronlarla çarpışarak apansız hız yitirmeleri nedeniyle bir miktar X ışını salınmasını sağlar. Bu *frenleme ışınımının* kuvveti, hedef atomlarının ışınımından düşüktür. Hedef ışınımı, atomun en iç yörüngelerinden birindeki bir elektronun, katottan gelen yüksek enerjili bir elektron tarafından atomdan koparılması sonucu oluşur. En iç yörüngenin yanındaki yörüngede bulunan bir elektron, hemen bu elektronun yerini alır ve yörünge değişikliği, özel dalgaboyunda bir elektromagnetik ışınım olarak enerji yitimine yolaçar. Yüksek atom numaralı atomların iç elektronlarında, bu ışıma, X ışını dalgaboyunda olur. Her elementin dış elektron yörüngelerindeki değişikliklere bağlı olan özel optik tayfları olduğu gibi, özel X ışını tayfları da vardır. Tek renkli ya da tek dalgaboylu X ışını, öteki X ışınlarının özel soğurucu filtrelerle hedefte filtre edilmesiyle elde edilebilir.

Radyografi: X ışınları, farklı maddelerde farklı miktarlarda soğurulur. Belirli bir dalgaboyunda X ışını için soğurma, atomların atom numarasına (elektron sayısına) ve yoğunluğa bağlıdır. Radyografide (röntgen çekiminde), örnek, X ışını kaynağı ile bir fotoğraf plakası arasına yerleştirilir. Örneğin daha soğurucu bölümleri fotoğraf plakası üstünde

Bu kafa radyografilerindeki (altta) beyaz bölümler, en çok X ışını soğurma dokuları göstermektedir. Kemikler, yüksek miktarda kalsiyum içerdiklerinden, daha belirgindir.



X ışını aygıtları aşağı yukarı bütün hastanelerde bulunur. (üstte) X ışınları bir anoda çarpan elektronlar tarafından oluşturulur. Aşırı ısınmayı önlemek ve kullanım süresini uzatmak için, anot, 10 000 devir/dakika gibi bir hızla döndürülür. Kurşun perdeler X ışını alanını sınırlar.

gölgeler oluşturur. Plaka banyo edildiğinde bunlar beyaz görünürler. Fotoğraf plakası yerine flüoresan bir ekran kullanılarak, görüntü, doğrudan da görülebilir. Bu tekniğe «FLÜOROSKOPİ» denir. Sözgelimi, insan bedeni radyografisinde, kemikler kalsiyum içerdikleri için, çevredeki dokulardan beyaz görünürler. Bunun nedeni, kalsiyumun yüksek atom numaralı olmasıdır. Kırık kemikler, eklem iltihabı ve midedeki yabancı cisimler gibi olağan dışı durumlar, kolayca görülür. İç organlar X ışınlarını, çevre dokularla yaklaşık aynı oranda soğururlar. Dolayısıyle radyografileri, içlerine soğurucu maddeler doldurularak elde edilir. Baryum sülfat tuzu mide ve bağırsakların incelenmesini sağlar; damarlara verilen iyot bileşikleri de tiroyit bezi ve böbrek gibi organlarda toplanır.

Endüstride radyografiden, maddelerin iç yapılarındaki kusurları ortaya çıkarmada, özellikle kaynak bağlantılarının incelenmesinde yararlanılır. Makinaların iç bölümlerinin hareketleri, sinema radyografisiyle denetlenir. Bir döner hedeften, saniyenin yüzde biri ile binde biri arasında bir poz süresi elde edilir. Endüstri ve tıpta kullanılan başka bir radyografi de, STEREOSKOPİ'dir.

Katı cisimlerin üç boyutlu yapılarını incelemede kullanılan yeni bir teknikse, özellikle beyin urlarının ortaya çıkarılması için geliştirilen *tomografi*dir. X ışını kaynağı, hasta ve fotoğraf plakası, poz verme sırasında, beyinden geçen belirli bir düzlemin gölgesi, plaka üstünde hep aynı konumda kalacak biçimde döndürülür. Bu durumda beynin geri kalan bölümleri, hareket halinde oldukları için bulanık görünürler. Sonuçta, urun kesitini gösteren bir radyografi elde edilir. Çok sayıda paralel düzlem aracılığıyla, urun oldukça ayrıntılı, üç boyutlu görüntüsü ortaya çıkarılır.

Tıbbın, hem radyografiyi, hem de ışınımı tedavi amacıyla kullanan dalına *«radyoloji»* denir. X ışınları, kanserli oluşumları yok etmelerine karşılık, yüksek dozlarda sağlıklı dokulara da zarar verebilecekleri için, çok dikkatli kullanılmalıdır.

Öteki uygulama alanları: Bir billur içindeki atomlararası uzaklık, nanometrenin 20-30'da biridir. Dalgaboyları bundan kısa olan X ışınları, atomların düzlemleri tarafından kırılır ya da bükülür. Bu yolla oluşan bükülüm, ışığın kırılmasından çok daha

karmaşıktır. Ama, yalın bir billurda atom düzenini açığa çıkarabilir. Her kimyasal bileşiğin bükülüm ağı farklı olduğundan, bu yöntemle, sözgelimi bir taş örneği içindeki farklı mineraller saptanabilir. «*X ışını kristalografisi*» adı verilen bu yöntem, biyolojik hücrelerde bulunan organik moleküllerin araştırılmasında da kullanılabilir.

Yalın bir billurun oluşturduğu bükülüm ağı, bir X ışını *tayfölçeri*nde, optik tayfgörürde bükülümün ölçülmesine benzer biçimde, X ışınlarının dalgaboylarını ölçmede kullanılabilir. En önemli kullanım alanı, X ışını flüoroskopisi ile maddelerin kimyasal bileşimlerinin çözümlenmesidir. Her element farklı X ışını tayfı oluşturduğu için, bir örnekte bulunan elementler, salınan dalgaboylarıyla saptanır. Madde miktarları da, oluşan çizgilerin şiddetinden hesaplanır. Bu yöntem, kimyasal çözümleme yöntemlerinden yüz kat daha hızlıdır.

X ışını gökbilimi: Güneş, özellikle karanlık Güneş lekeleri, doğal X ışını kaynaklarının başında gelir. Bazı cüce yıldızların üstüne bir dev yıldızdan madde düşmesiyle yıldızın milyonlarca derece ısınması sonucu oluşan çiftyıldızlar da bu özelliği gösterirler. Bu yüksek sıcaklıklarda elektronlar atom çekirdekleriyle çarpıştıklarında, frenleme X ışınları oluşur. Bu ışınım Dünya atmosferine erişmeden, yörüngede dönen X ışını algılayan uydular tarafından saptanır.

X IŞINLARI KRİSTALOGRAFİSİ Bk. BİLLURLAR VE BİLLURBİLİM

Y

YAĞLAMA

Yağlama, birbiriyle sürtünme durumunda olan yüzeyler arasına yağlayıcı bir madde konulmasıyla SÜRTÜNME'yi denetleyerek, aşınmayı azaltma işlemidir. Sıvılar, katılar ve gazlar gibi çeşitli maddeler yağlayıcı olarak kullanılabilir. En çok kullanılan tür, petrol türevleri olan mineral yağlardır. Ama, hangi yağlayıcı kullanılırsa kullanılsın, üç temel yağlama biçimi vardır: *Sınır yağlaması; sıvı tabakası yağlaması; karışık yağlama.*

Sınır yağlaması: Sınır yağlaması, ya büyük ağırlık ve yüzeyler arasında düşük kayma hızı olduğu durumda ya da elverişsiz yüzey geometrisi nedeniyle yeteri kadar yağlayıcı maddenin bulunmadığı durumda kullanılır. Bütün ağırlık, yüzeyler arasındaki, çokmoleküllü ince yağ tabakası tarafından çekilir.

Birçok hayvansal ve bitkisel yağın, etkili bir sınır yağlaması sağlayarak, sürtünmeyi ve aşınmayı önemli ölçüde azaltabildiği uzun süredir bilinmektedir. Sözgelimi, eski Mısırlıların, arabalarının dingillerini don yağıyla yağladıkları sanılmaktadır. Bu doğal organik maddelerdeki yağlayıcı, stearik ya da oleik asit gibi (Bk. KARBOKSİLLİ ASİTLER), yüksek molekül ağırlıklı bir yağ asididir (bir HİDROKARBON'dan türetilen organik asit). Bu yağ asitlerinin molekülleri, uzun zincirler biçimindedir. Tepkimeye giren metal yüzeylere, güçlü biçimde tutunabilirler. Bu tepkime, düşük kesme mukavemetli bir «sabun» tabakası yaratarak, metali korur ve sürtünmeyi azaltır. Rafine edilmemiş mineral yağlar, yüksek oranda yağ asidi içermediklerinden, iyi sınır yağlayıcıları değillerdir. Ama rafine edilmiş mineral yağlara, yüzde 0,5-5 yağ asidi eklenmesiyle, etkili sınır yağlayıcılar elde edilebilir.

Özellikle çetin çevre koşullarında ya da kirlenmenin en aza indirilmesi gerektiği zaman, sınır yağlama yapma amacıyla çeşitli katı yağlayıcılar da kullanılabilir. Başlıca katı yağlayıcılar arasında, molibden disülfat (MoS_2), grafit ve politetraflüoroetilen sayılabilir.

Sıvı tabakası yağlaması: Dönen ya da kayan yüzeylerdeki aşınmayı azaltmanın en iyi yolu, katıları, bir yağlayıcı madde tabakasıyla birbirinden ayırmaktır. Yağlayıcı, bir sıvı ya da gaz olabilir ve yükü çeken tabaka, ya yüzeylerin hareketiyle ya da basınç altında sıvı gönderilerek oluşturulabilir. Sıvı tabakası yağlamasının temel özelliği, yüzeylerin birbirlerinden, sınır yağlayıcılar tarafından oluşturulan tabakalardan oldukça kalın olan tabakalarla ayrılmalarıdır. Bu durumda ortaya çıkan tek sürtünme, yağlayıcı maddenin viskoz sürtünmesidir ve böylece sürtünme, sınır yağlamasının onda birine indirilmiş olur. Sıvı tabakalarının oluşumunu etkileyen ana etmenler, yük, yüzeylerin görece hızı, yağlayıcının viskozitesi ve yağlayıcı bir gazsa, gazın yoğunluğudur.

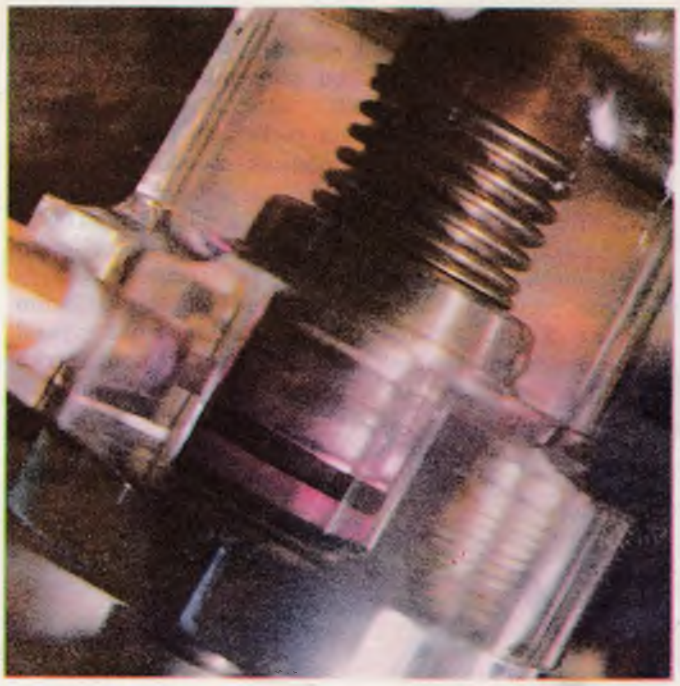
Sıvı tabakası yağlama ya da *hidrodinamik* yağlama kuramı, 1883'te demiryolu araçlarının dingillerini yağlamak için elverişli yöntemler geliştirmiş olan Beauchamp Tower'ın deneysel çalışmalarına dayanmaktadır. Bu çalışmaların sonuçları, 1886'da Osborne Reynolds'un klasik sıvı tabakası yağlaması kuramını ortaya çıkarmasını sağlamıştır. Bir şaftın yataklar içinde dönüşü, hidrodinamik yağlamanın

ilkesini ortaya koyar. Şaftın yatak içinde dönebilmesi için, yatak ile şaft arasında küçük bir boşluk olması gerekir. Bu nedenle şaft, dönmediği zaman, yatağın içinde dışmerkezli olarak durur. Şaft yatak içinde dönmeye başladığı zamansa, yağlayıcı sıvı, daralan kanala doğru çekilir ve basıncın artmasına yolaçar. Bu basınç, şaftı yeniden merkezsel duruma iter ve şaft ile yatağın iç yüzeyi arasında bir yağlayıcı tabakasının oluşmasını sağlar. Bazı koşullarda, sözgelimi motorun çalıştırıldığı anda, bir tabaka bulunmadığından, sınır yağlaması durumu ortaya çıkar. Bazı yataklarda görülen çok yüksek basınçlar nedeniyle de, yüzeylerin yerel esnek çökmeleri, *"elastohidrodinamik yağlama"* adı verilen bir duruma yolaçar. Birçok dişlide, dönen yatakta, kamada ve bazı yumuşak lastik contalarda elastohidrodinamik yağlama kullanılır. Bir hidrodinamik yatağın planlanması sırasında, çalışma sıcaklığının ve basıncının yağlayıcı madde üstündeki etkisi göz önüne alınmalıdır. Bazı sistemlerde, sınır yağlaması ile sıvı tabakası yağlaması aynı anda bulunur ve buna «*karışık yağlama*» adı verilir.

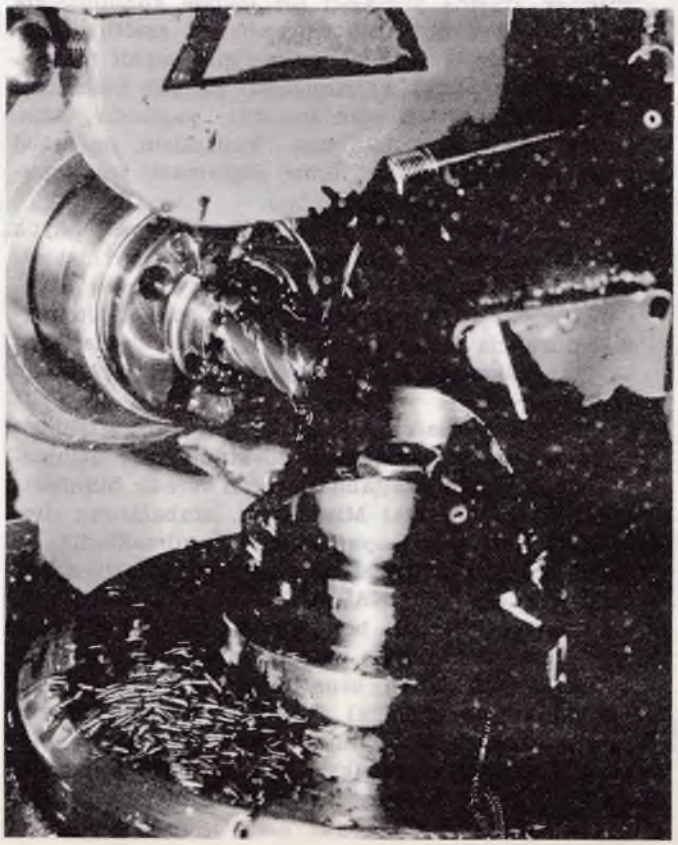
Yağlayıcılar: Birçok yağlama sisteminde, doğrudan mineral yağları kullanılır. Ancak bunlar, bazı maddelerle zenginleştirilirler. Mineral yağı, ortalama molekül ağırlığı 150 (hafif makina yağlarındaki) ile 1 000 (dişli yağlarındaki) arasında olan, bir hidrokarbon karışımıdır. Yağlar genellikle, Otomobil Mühendisleri Birliği (Society of Automotive Engineers: SAE) tarafından saptanan bazı sayısal değerlerle gösterilen viskozitelerine göre sınıflandırılırlar. Sözgelimi SAE değeri 30 olan bir yağın, 25°C sıcaklıkta 180-280 santistok (cSt) arasında bir viskozitesi vardır. Uygun zenginleştirici maddeler kullanılarak, değişik koşullarda değişik SAE değerleri taşıyan yağlar yapılabilir. Bunlara «*mültigrat yağlar*» adı verilir.

Bazı koşullarda, sözgelimi yağlandıktan sonra, bir daha açılmayacak biçimde kapatılan yataklarda ve bakımın zor olduğu kirli ortamlarda, yüksek viskoziteli yağlayıcı kullanmak gerekir. Bu amaçla gresler geliştirilmiştir. Gresler genellikle, *metal sabunla* (bir organik asidin metal tuzu) ya da kille kalınlaştırılmış mineral yağlarıdır. Yağlarda olduğu gibi gresde de zenginleştirici maddeler kullanılabilir.

Aşırı koşullarda, sözgelimi çok yüksek sıcaklıklara ulaşan hava araçları motorlarında, mineral yağ bazlı bir yağlayıcı madde ile gerekli özelliklerin sağlanması olanaksızdır. Bu durumlarda, daha pahalı sentetik yağlayıcılar kullanılır. Bunlar arasında *esterler*, *diesterler* (asitler ile ALKOL'lerin tepkimesinden elde edilen bileşimler) ya da *silikonlar* (Bk. SİLİSYUM) yeralır.



Döner şaftın su geçirmez contası. (üstte) Bu, sıvı tabakası yağlamasının örneklerinden biridir. Resimde kırmızı renkli yağlayıcı madde tabakası, dönen şaft ile contanın iç yüzeyi arasında görülmektedir.



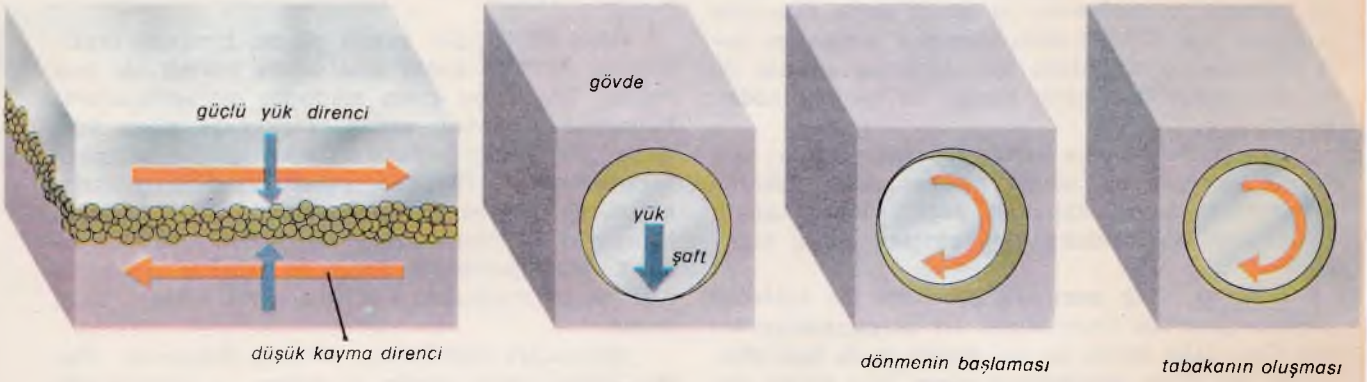
Bir azdırma tezgâhında paslanmaz çelikten bir parçaya biçim verilmesi. (sağda) Kesme işlemine yardımcı olması için, kesici takıma düşük viskoziteli bir yağ akıtılır. Yağın içinde, aşırı basınç koşullarında yağlama özelliğini artıran zenginleştirici maddeler bulunur.

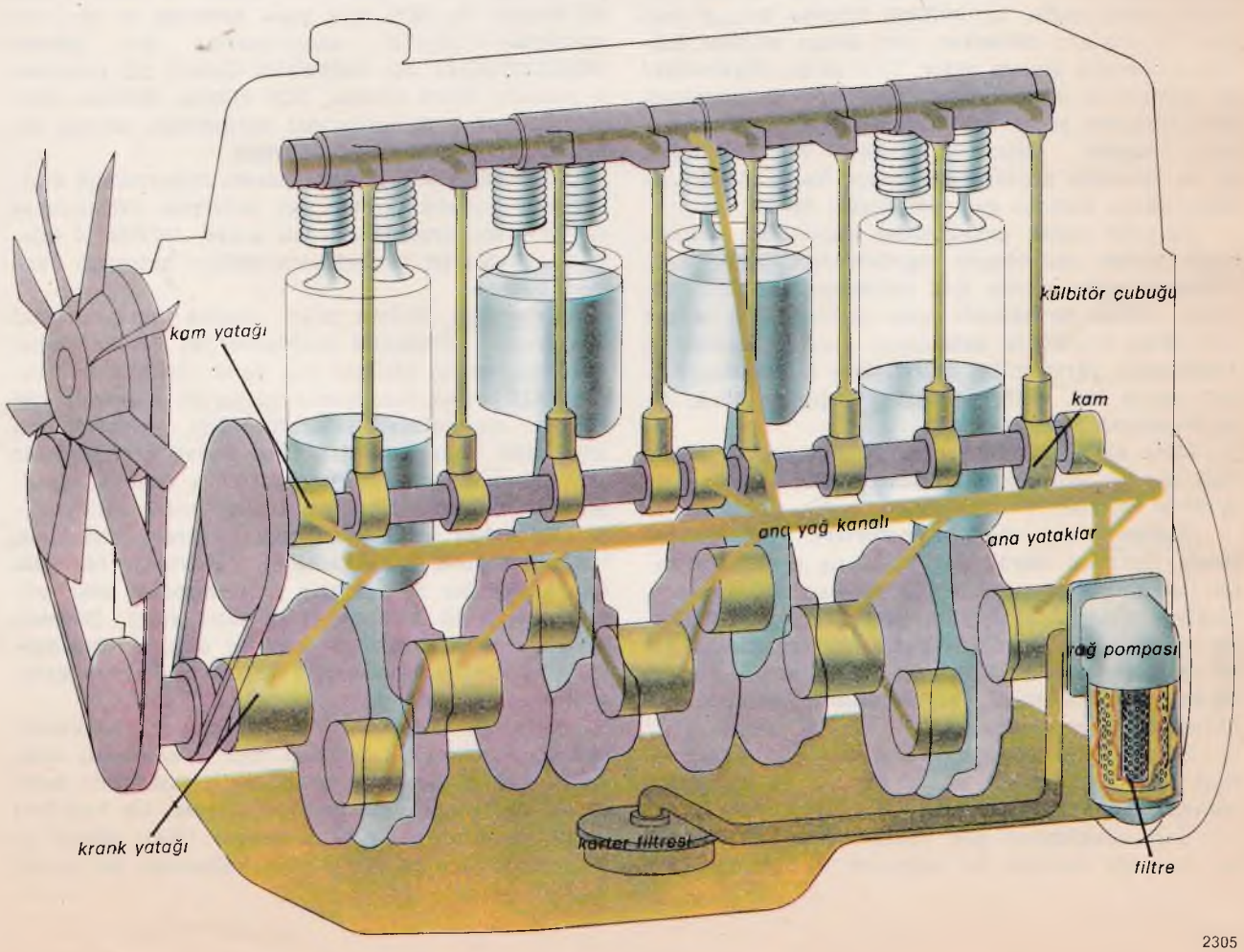
YAĞLAMA SİSTEMİ, OTOMOBİL

Otomobil motorlarında yağlama, SÜRTÜNME'yi ve hareketli parçaların aşınmasını azaltmanın yanı sıra, ısının dışarı iletilmesini de sağlar. Ayrıca, paslanmayı azaltır ve segmanların sızdırmazlığına yardımcı olur.

Dizel motorları ile dört zamanlı benzin motorlarında kullanılan modern yağlama sistemleri, ilk İÇTEN YANMALI MOTOR'larda yeralan yetersiz, sıçrama yağlamalı sistemlerinin gelişmesiyle ortaya çıktı. Bu ilk sistemlerde sürücü, krank yatağına yağ basan bir pompayı elle çalıştırır, yağ buradan, hareketli parçaların etkisiyle motorun her yanına dağılırdı. Motordaki bu yağ, ya silindirlerde yanarak

Yağın en önemli işlevi, hareketli yüzeyleri ayırarak, aralarında kuvvet oluşmasını önlemek, en az sürtünme ve aşınmayla hareket etmelerini sağlamaktır. (altta) Yatak içinde dönen bir şaftın çevresinde bir yağ tabakası oluşur ve şaftın yatağa değmemesini sağlar. Resimdeki gibi motorlarda pompa, karterden çektiği yağı, basınçla yatak yüzeylerine gönderir. Yağ oradan kartere geri döner ve yeniden çevrime katılır. Yağ, yağlama işleminin yanı sıra, soğutmaya da yardım eder.





ya da conta ve bağlantılardan sızarak zamanla tükenir ve pompa ile yeniden yağ basılması gerekirdi.

Daha sonra bu yöntemin yerini, yeni bir pompa sistemi aldı. Bu sistemde yağ, krank milinin altındaki bölmeye pompalanıyor, oradan kepçelerle ana yatak üst yarılarına, oradan da alt yarılara taşınıyordu.

Modern motorların çoğunda, yağ karterde bulunur ve bir pompa aracılığıyla filtre sisteminden geçerek, hareketli parçalara iletilir. Karter, krank yuvasının alt bölümünü oluşturur ve hem depo, hem de soğutucu görevini üstlenir. Karter, aracın altından geçen hava akımının içinde kaldığından, içindeki yağı soğutur. Pompa genellikle krank yuvasında bulunur ve hareketini, ya krank ya da eksantrik milinden alır. En çok kullanılan yağ pompaları, yağı yukarıya pompalamak için birbirine geçmiş iki dişliden yararlanan dişli pompa ile rotorlu modellerdir.

Rotorlu modellerde karter kapağının içinde, tam ortada olmayan bir rotorlu pompa vardır. Rotorun kenarındaki kayan kanatlar, yağı, döner kanatlı KOMPRESÖR'de olduğu gibi, girişten çıkışa taşırlar.

Filtreler: Yağ pompaya, genellikle bir filtreden geçerek girer. Bu filtre büyük kir parçacıklarını tutar. Yağ, daha sonra, ya yan geçişli ya da tam akışlı bir ince filtre sisteminden geçer. Yan geçişli sistemde, akan yağın bir bölümü filtreye iletilip oradan kartere geri dönerken, geri kalan bölümü doğrudan doğruya motora gider. Tam akışlı filtrelerdeyse, pompadan çıkan yağın tümü, motora gitmeden önce filtreden geçer. Bunlarda filtreye bağlı bir basınç supabı, filtre tıkalıyken ve yağ soğuk ya da filtreden geçemeyecek kadar kalın olduğu zaman, yağın kartere geri dönmesini sağlar.

Filtreler çeşitli maddelerden yapılabilir. Aranan ortak özellik, yağ akışını engellemeden küçük tanecikleri alıkoymalarıdır. Çok kullanılan bir filtre türünde, delikli bir silindir içine yerleştirilmiş ve çok uçlu yıldız biçiminde katlanmış, reçine emdirilmiş kağıtlardan yararlanılır. Silindirdeki deliklerden filtreye giren yağ, filtre öğesinden geçip, ortadaki çıkış borusundan dışarı çıkar.

Tam akışlı filtreler, çapı 15 mikrondan büyük olanların % 95'ini, 5 mikrondan büyük olanların da % 90'ını tutarlar.

Dağıtım: Yağ, modern motorlarda, 3-4 bar basınçla, filtreden büyük yağ kanalına geçer. Bu kanal, silindir bloğunun içinde yeralan delikler aracılığıyla ana yataklar, kam mili yatakları, külbitörler ve dişli gibi hareketli parçalara bağlıdır. Yağın bir bölümü, ana yataktan geçtikten sonra kartere döner; geri kalanıysa, krank milinin içindeki deliklerden ana yataklara geçer.

Silindirlerin duvarları ve piston pimleri genellikle ana yataklardan atılan yağla ya da piston kolunun içindeki delik aracılığıyla yağlanır.

Yağ sıcaklığının çok yüksek olduğu motorlarda, basınçlı devreye bir soğutucu eklenebilir. Bazı yüksek güçlü motorlarda da «kuru karter» sistemi uygulanır. Bu sistemde, yağ, soğutucu bir radyatör gibi de çalışabilen bir depoda toplanır. Yağ, motora bir filtreden geçerek pompalanır; bir başka pompa tarafından da kartere iletilip, depoda toplanır.

İki zamanlı benzin motorlarının çoğunda, motor gövdesi, yakıt-hava karışımının ilk sıkışmasını gerçekleştirmede kullanıldığından, bu parçadan karter olarak yararlanılamaz. Söz konusu motorlarda yağlama, yakıta düşük oranda yağ karıştırılarak sağlanır.

YAKITLI PİL

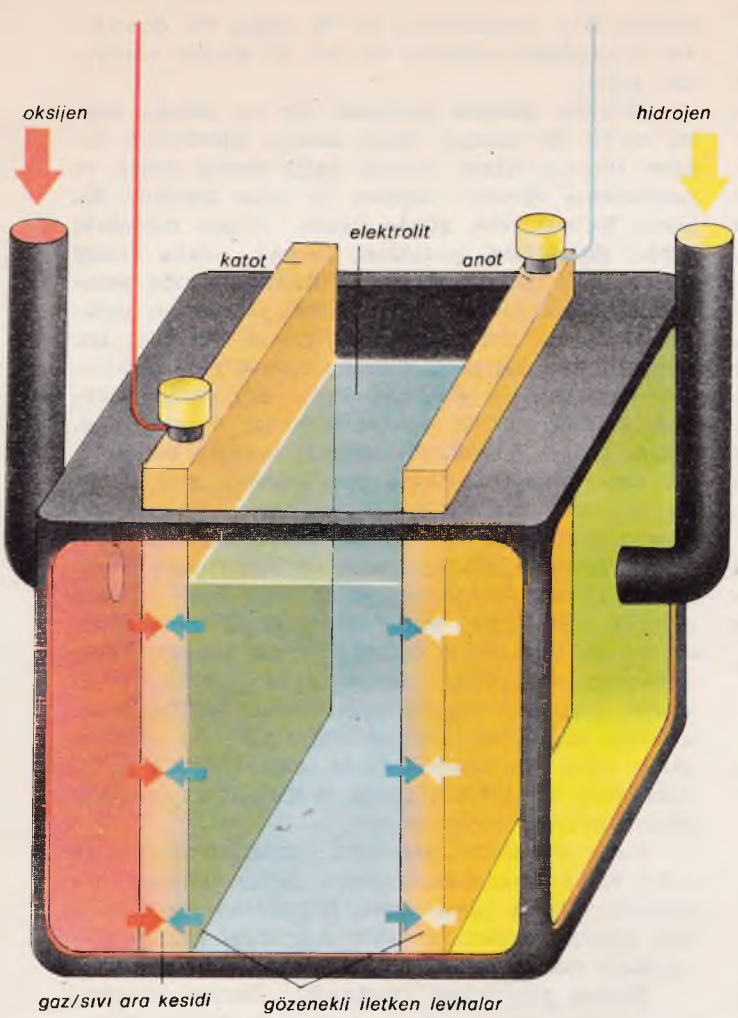
Öteki PİL'ler gibi yakıtlı pil de, kimyasal tepkimelerle elektrik üretir, ama arada önemli bir fark vardır. Tepkimeye giren maddeler pil levhalarında bulunmaz, dışardan verilir. Tepkimeye giren öğelerden biri yakıttır. Yakıt olarak hidrojen gazından yararlanılabilir. Ötekiyse, yükseltgeyicidir. Yükseltgeyici, oksijen ya da hava olabilir. Bu iki bileşen birleşerek, su oluştururlar. Su, pilden buharlaştırılarak uzaklaştırılabilir. Yakıt ve yükseltgeyici verildiği ve su uzaklaştırıldığı sürece pil, doğru akım üretir.

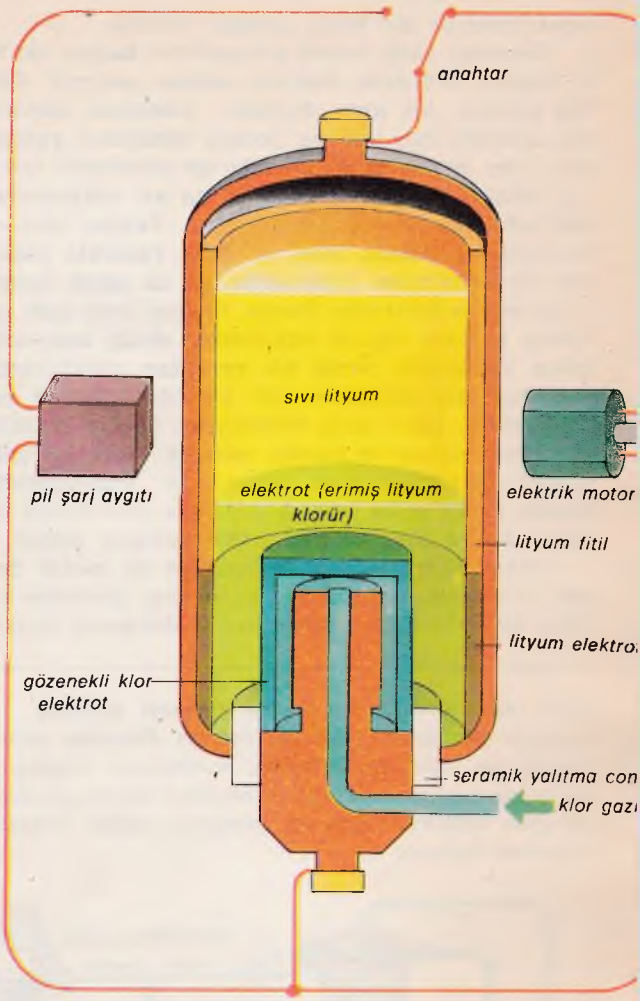
Alessandro VOLTA'nın pilini açıklamasını izleyen birkaç hafta içinde, Nicholson ve Carlisle adlı iki İngiliz, bu ilkel pille suyu hidrojen ve oksijene ayrıştırabileceklerini anlamışlardı. Bu işleme, «ELEKTROLİZ» adı verilmiştir. Yakıtlı pil yapılması yolunda ikinci adımsa, 1838 yılında, William Grove'un suyun elektrokimyasal ayrışımının tersinir olduğunu açıklamasıyla atılmış oldu.

1930 yıllarında Francis Bacon, mühendislik malzemeleri kullanarak, bir gaz bataryası geliştirmeye çalıştı. Uzun araştırmalardan sonra, 1959'da, 6 kilowatt güç üreten bir hidrojen-oksijen bataryası yapmayı başardı.

Çalışması: Yakıtlı pilin çalışma ilkesi normal pile benzer. Gözenekli maddeden iki iletken levha, birbirine parelel biçimde yan yana yerleştirilir. Aralarındaki boşluk, suda erimiş potasyum hidroksit gibi bir sıvı elektrolitle doldurulur. Sıvı, elektrotların içine işler, ama onlardan tam olarak geçemez. Bir elektrodun dışında oksijen, ötekinin dışında hidrojen gazı bulunur. Her gaz, kısmen kendi tarafındaki elektrodun içine işler, ama elektrolit nedeniyle, bütünüyle öteki yana geçemez. Elektrolitte her gazdan küçük bir miktar erir ve elektrodun ıslak yüzeyine erişecek biçimde öteki yana geçer. Böylece, bir elektrodun yüzeyi çok ince bir oksijen, ötekininki de hidrojen tabakasıyla kaplanır. Bu tabakalar yüzeye tutunmuşlardır.

Hidrojen kaplı anot (sıvı pilde eksi elektrot), eksi yüklü hidroksil iyonları *(OH—)* kapsayan elektrolite değer. Bir hidrojen atomu, elektronunu bırakarak elektrot yüzeyinden ayrılabilirse, bir hidroksil iyonu ile birleşip bir su molekülü *(H_2O)* oluşturur. Bu tepkime, pilde güç olarak kullanılan bir enerji





Yakıtlı pillere iki örnek. (üstteki iki resim). Soldaki hidro-oksijen pilinde, gazla su oluşturarak ve elektrik enerjisi üreterek, sıvı elektrolitle tepkimeye girmektedir. Sağdaki lityum-klor pilindeyse, klor gazı lityumla birleşip, lityum klorür ve elektrik enerjisi oluşturmaktadır. Pil şarj edildiğinde, lityum klorür, lityum ve klora ayrılır.

---

yaratır. Tepkimenin ortaya çıkması, bir ölçüde elektrot yüzeyinin yapısına. bir ölçüde de sıcaklığa ve öteki koşullara bağlıdır.

Oksijen kaplı *katot* (artı elektrot), anotunkini tamamlayan bir tepkime başlatır. Oksijen, fazla elektronları toplar ve enerji açığa çıkararak, su molekülleriyle birleşip, hidroksil iyonları oluşturur.

Normal basınç ve sıcaklıkta hidrojen ve oksijenle çalışan ideal yakıtlı pilde, suyun bütün *serbest oluşum enerjisi* doğrudan elektrik enerjisine dönüşür. Sonuçta sıvı pil, yaklaşık 1,23 voltluk enerji üretir. Yakıtlı piller uygulamada tam beklenen sonucu veremezler. Bununla birlikte, kullanma kolaylıkları nedeniyle Apollo projesinde yararlı olmuşlardır. Apollo II'de,. % 87 verimle, suyun serbest oluşum enerjisine ya da % 72 toplam tepkime ısısına dayanan, 399 kWs elektrik enerjisi üretilmiştir.

YAKIT PÜSKÜRTME

Yakıt püskürtme, motorlu taşıtların ilk günlerinden başlanarak kullanılmış, bir süre önemsenmedikten sonra, uçak endüstrisinden güç alarak, 1930 yıllarında yeniden gelişmeye başlamıştır. İkinci Dünya savaşı sırasında askeri uçakların çoğunda çeşitli yakıt püskürtme sistemleri kullanılmış ve bunların başarılı sonuç vermesi, otomobiller için de benzer sistemlerin geliştirilmesine katkıda bulunmuştur. DİZEL MOTORU'ndaysa, her zaman, yakıt püskürtme ilkesinden yararlanılmıştır.

Dizel püskürtme: Dizel püskürtme sistemleri, bu tip motorun gerektirdiği yüksek basınçlı yakıt püskürtme işlemini gerçekleştirir ve yakıtın gerektiği anda, uygun miktarda püskürtülmesini sağlar. Sistemde yakıt filtreleri, püskürtme memeleri (enjektörler), yüksek basınçlı püskürtme pompası (mazot pompası) ve yakıtı depodan mazot pompasına ileten

alçak basınçlı bir başka pompa bulunur.

Sistemin kalbi *mazot pompası*dır; başlıca iki türü vardır: *Art arda dizilmiş pompa; çevresel dizilmiş pompa*. Art arda dizilmiş pompada, motorun her silindiri için ayrı bir pompa öğesinden yararlanılır. Her öğe, gömlek içindeki bir pistondan (plancır) oluşur. Piston, hareketinin en alt noktasındayken, gömleğe üstten yakıt girer. Yakıtın gömleğe dolmasını sağlamak için, ya depo yüksekte yapılarak yerçekiminden yararlanılır ya da alçak basınçlı bir pompa kullanılır. Piston, motora bağlı kam milinden hareket alır ve yükseldikçe deliği kapatarak, dolan yakıtı tek yönlü bir supaptan püskürtücüye gönderir. Her silindirin ayrı bir püskürtücüsü vardır. Bunlar, yakıt giriş borusundan basınç yükseldiği zaman açılan ve yanma odasına ince bir yakıt demeti püskürten yaylı supaplardır. Püskürtmeden hemen sonra yakıt basıncı düşer ve püskürtücü kapanarak, bir sonraki püskürtme işlemini bekler.

Püskürtülen yakıtın, dolayısıyle de motor hızının denetimini sağlamak için, piston, gömlekle birlikte döndürüldüğü zaman hacmi değişecek biçimde yapılır. Hız regülatörüne ya da başka bir denetleme düzeneğine bağlanan bir kol, bu dönme hareketini sağlar.

Çevresel dizilmiş pompada, bir tek pompa birimi vardır. Bu pompa, yakıtı, sırayla silindirlere dağıtır. Birimin içinde motora bağlı olarak dönen ve pompalama öğesini taşıyan bir *rotor* bulunur. Silindir biçimli çelik gövde içinde dönen rotordaki çapsal doğrultulu kanaldan, çevreye, daha küçük kanallar ve delikler dağılır. Silindirin içinde pompalama öğesi olarak, karşıt yönlü iki piston bulunur. Motorun her silindirinin rotora bir giriş borusu, bir de çıkış ya da dağıtım borusu vardır. Silindiri kapsayan ve «*hidrolik kafa*» adı verilen gövdede de, her silindir için bir giriş, bir de çıkış oluşturan, çapsal doğrultuda dizilmiş borular bulunur.

Rotor dönerken, giriş borularından biri hidrolik kafanın giriş borusunun karşısına gelince, bu boruya yaklaşık 2 bar (30 psi) basınçla gelen yakıt, rotora girer ve basınç, pistonları birbirinden uzaklaştıracak biçimde dışarı doğru iter. Buna «emme zamanı» adı verilir. Rotor dönmeyi sürdürünce, giriş borusu kapanır ve dağıtım borusu hidrolik kafanın çıkış borularından biriyle aynı çizgiye gelir. O sırada, rotoru çevreleyen kam halkası üstündeki çıkıntılar, pistonları birbirine doğru iter. Bu hareket, yakıtı çıkış borusundan dışarı atar. Hidrolik kafadaki çıkış borusundan geçen yakıt, yüksek basınçla püskürtücülerin birine geçer.

Rotor döndükçe, boruların konumları değişir ve yakıt bir sonraki püskürtücüye iletilir. Böylece her silindire sırayla yakıt gider. Silindirlere dağıtılmak için rotora gönderilen yakıt miktarını, gaz pedalına bağlı olarak çalışan denetim supabı ayarlar.

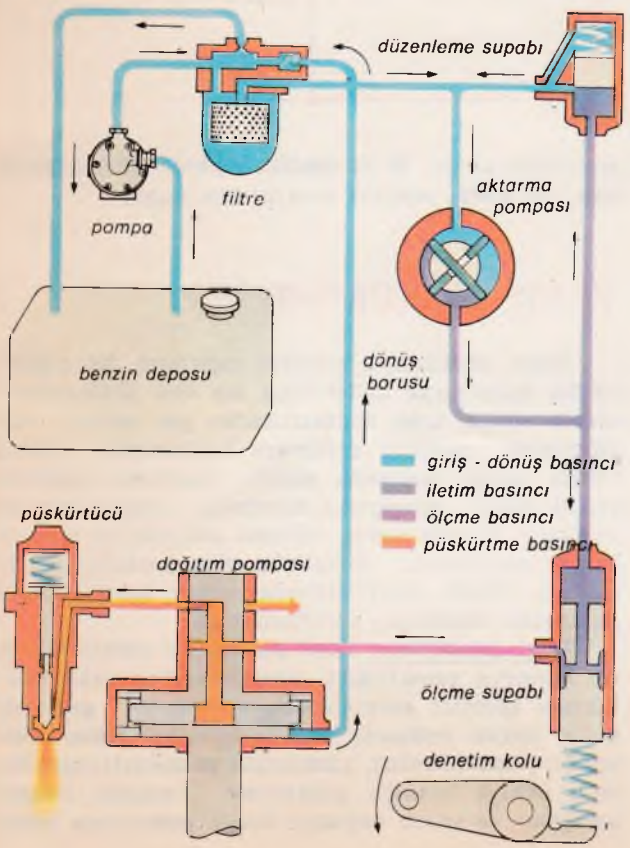
Benzin püskürtme (mekanik): Benzin püskürtme aygıtları gün geçtikçe, alışılmış KARBÜRATÖR'lerin yerini almaktadır. Bunlarda benzin, motora giren havaya püskürtülerek karıştırılır. İşlem, ya giriş manifoldunda ya da silindir kafasında, emme supaplarına yakın bir yerde gerçekleşir. Her püskürtücüye gönderilen benzin miktarı, ya mekanik ya da elektronik bir sistemle denetlenir. Motorun her silindiri için ayrı bir püskürtücü vardır.

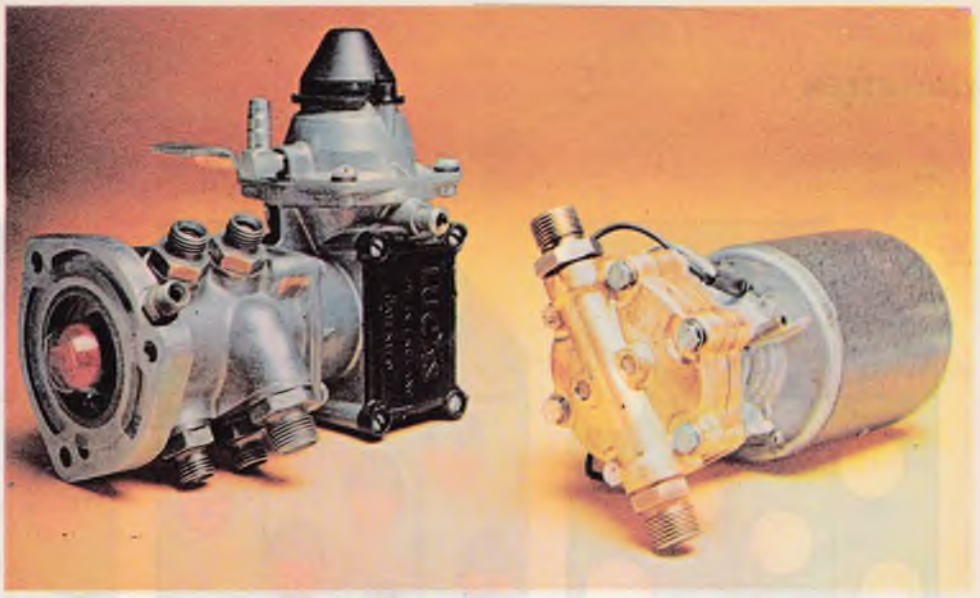
Mekanik sistemlerde, benzini depodan çekip filtreden geçirdikten sonra dağıtıcıya gönderen elektrikli benzin pompası yeralır. Basınç giderme supabının regülatörü, yakıt devresindeki basıncın 7 bar (100 psi) dolayında kalmasını sağlar. Motora bağlı çalışan dağıtıcı, yakıt miktarını duyarlılıkla denetler ve her püskürtücüye sırayla gerekli yakıtı iletir. Bu dağıtıcı, *mekikli ölçme* ilkesine göre çalışır.

Dağıtıcının iki önemli parçası vardır: Rotor; bilezik. Rotor, ortasında serbestçe hareket eden «mekik» adı verilen küçük bir piston bulunan ve oradan dışarı doğru uzanan kanalları olan, içi boş bir borudur. Mekik, borunun içinde, biri hareketsiz, öteki hareketli iki uç stop arasında hareket eder.

Bilezik de, üstünde giriş ve çıkış boruları bulunan içi boş bir borudur. Rotor bunun içinde, motora bağlı olarak döner. Dönüş sırasında rotor boruların-

Dizel motorlarında kullanılan çevresel dizilmiş pompalı püskürtme sistemi. (altta) Depodan gelen benzin, bir filtreden aktarma pompasına, oradan da değişmez basınç sağlayan düzenleme supabına gider. Denetim kolunun konumu, pompaya giden benzin miktarını belirler.





Yakıt püskürtme sisteminin iki bileşeni: Dağıtım pompası (solda) yakıt pompası (sağda), Dağıtım pompası, her püskürtücüye belirli miktar yakıt gönderir, yakıt pompası da dağıtım pompasına gerekli yakıtı sağlar.

dan biri, bileziğin yakıt giriş borusunun karşısına gelir. Benzin pompasının basıncıyla, mekiğin bulunduğu bölgeye benzin girer ve mekiği öteki uca kadar iterek içeriyi doldurur. Aynı zamanda, mekiğin önündeki bölgede bulunan benzin de, rotordaki öteki borulardan ve koruyucudan geçerek, püskürtücüye itilir. Her silindirin ayrı bir çıkış borusu vardır.

Rotor dönmeyi sürdürünce, bir benzin giriş borusu kapanır, bir başkası açılır. Mekik, gene uca itilerek, bir başka benzin borusuna ve püskürtücüye benzin gönderir. Bu işlem rotor döndükçe yinelenir ve mekik iki uç arasında gidip gelir. Püskürtülen yakıtın miktarı, mekiğin aştığı yolun boyuna bağlı olarak değiştirilebilir. Yolun uzunluğu, hareketli stopun yeri ayarlanarak değiştirilir. Denetim dağıtıcısına bağlı bir birim, bu stopun yerini değiştirmeye yarar.

Yüksek performans gösteren yarış motorlarında bu düzeneğin yerini, gaz pedalına bağlı bir çubuk alır. Otomobillerde bu amaçla *manifold alçak basıncı*ndan (vakum) yararlanılır. Yöntem, daha duyarlı bir denetim sağladığından, daha ekonomik ve düşük hızlarda daha sarsıntısızdır. Motorun hızı, gaza bağlı olarak çalışan ve manifolda giren hava miktarını düzenleyen birim tarafından ayarlanır.

Elektronik sistemler: Elektronik sistemler, gerçekte iki ayrı sistemden oluşur: Benzin sistemi; elektrik-elektronik denetim sistemi. Benzin sistemi, benzin pompasından gelen 2 bar (30 psi) basınçlı benzini içeren *benzin borusu*, filtre, benzin pompası ve basınç güvenlik supabından oluşur. Benzin borusundan çıkan kollar, püskürtücülere gider. Benzin buraya değişmez basınçla ulaşır ve motora gelen yakıt miktarı, püskürtücülerin açık kaldığı süre denetlenerek ölçülebilir.

Elektronik sistemin en önemli parçası, denetim kutusudur. Bu kutu, motorun hızını, krank milinin durumunu, gaz kelebeğinin açıklığını ve manifold basıncını algılayan çeşitli aygıtlara bağlıdır. Birim içindeki devreler, bu aygıtlardan gelen sinyalleri değerlendirir, püskürtücülerin gerekli anda çalışmasını sağlayan çıkış sinyalleri oluşturur ve bu sinyallerin süresini denetler.

YALAN MAKİNASI Bk. POLİGRAF

YALITKAN (elektrik)

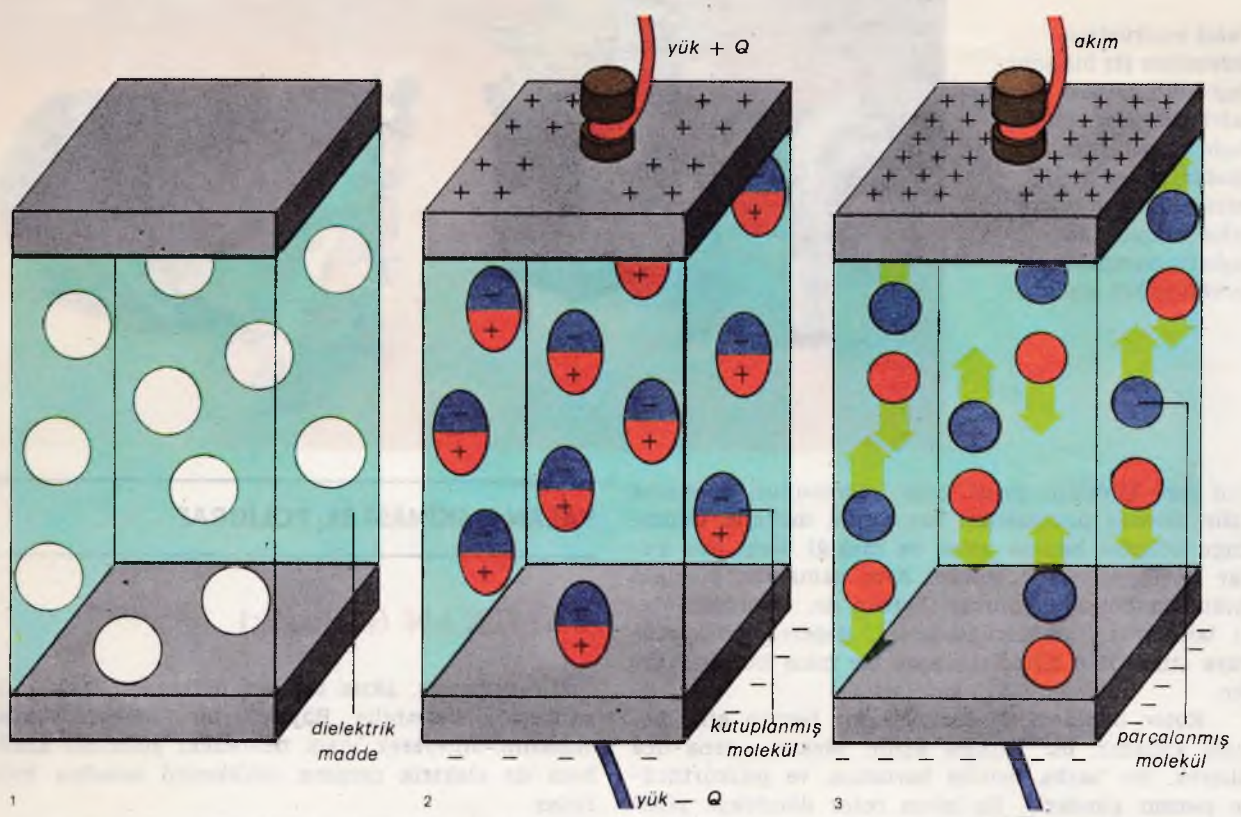
Yalıtkanlar, akım taşıyan iletkenleri birbirinden yalıtmada kullanılır. Böylece, bir telden «kaçak» olmasını önleyerek, hem devredeki yitimleri azaltır, hem de elektrik çarpma tehlikesini ortadan kaldırırlar.

İletim hatlarında yararlanılan porselen «fincan»ların yapıldığı seramikler ve kablolarda kullanılan politetraflüoroetilen (PTFE) gibi esnek plastikler, yalıtma malzemelerinin başlıca örnekleridir. Hava, kağıt, mika ve bazı metal oksitler gibi yalıtkanlar da, *dielektrik malzeme*ler olarak, «KONDANSATÖR» adı verilen yük biriktirme aygıtlarında kullanılırlar.

Direnç: Kusursuz bir iletken olmadığı gibi, kusursuz bir yalıtkan da yoktur. Direnç, bir maddeden geçen akımın karşılaştığı zorluğun ölçüsüdür. Yalıtkanlar, elektrik dirençlerine göre sınıflandırılırlar. *Ohm*'la ölçülen direnç, bir maddeden bir amperlik bir akımın geçmesi için gereken gerilim büyüklüğünü (elektriksel potansiyeli) gösterir ve maddenin yalnızca elektriksel özelliklerine değil, büyüklüğü ile biçimine de bağlıdır.

Bütünüyle maddenin özelliklerine bağlı olan direnç, «*özgül direnç*» ya da «*özdirenç*» diye tanımlanır ve ρ simgesiyle (yunancada ro harfi) gösterilir. Özdirenç, bir santimetreküplük maddenin karşıt yüzleri arasındaki dirençtir ve ohm-cm cinsinden ölçülür. Bunun tersi düşünüldüğünde, yani bir tel parçasının direnci, uzunluk L, kesitinin alanı A ve özdirenci ρ olduğunda, $\rho \times L/A$'dır.

Çok iyi bir iletken olan bakırın $1{,}56 \times 10^{-6}$ ohm-cm'lik özdirenci vardır. Çeşitli yalıtkanların değerleriyse şöyledir: Cam: 10^{11} ohm-cm'den büyük; kauçuk: 10^{15} ohm-cm'den büyük; PTFE: 10^{17} ohm-cm'den büyük; kaynaşmış kuvars: 10^{18} ohm-cm'den büyük. En iyi iletken ile en iyi yalıtkan arasındaki özdirenç farkı, yaklaşık 10^{24}'tür.



Artı-eksi iyon çiftlerinden oluşan yalıtıcı maddeler, gerçekte yüksüzdür. Bir elektriksel alanda iyon çiftleri sıralanıp kutuplanır. Büyük alanlar bağları parçalar ve akım geçer. (üstte)

Yalıtkanların yapısı: Yalıtkanlar, yüksek direnç özelliklerini, atom ve molekül yapılarından alırlar. Bunlar, iyonik olmaktan çok, kovalent bileşikler biçimindedirler ve bu nedenle değerlik elektronları, ana moleküllere sıkı sıkıya bağlıdır. İletkende akımın geçmesini, değerlik elektronlarının serbest olması sağlar. Sözgelimi, bir metaldeki atomların değerlik elektronları, yüksek hareketli bir «elektron gazı» oluşturur ve böylece, uygulanan bir elektriksel alanla bunlar kolayca hareket edebilirler.

Delinme gerilimi: Yalıtkanlardaki değerlik ya da iletim elektronlarının hareketsizliği, tam değildir. Bütün yalıtkanlar akım iletirler, ama normal gerilim ve sıcaklık koşullarında; bu kaçak oldukça küçüktür. Yalıtkan çok yüksek gerilimlere tutulduğunda, maddenin atom bağları arasında bir parçalanma oluşabilir. Buna «*delinme*» denir. Delinmeyi etkileyen gerilim sınırı, yalıtkandaki atomlara göre değişir. Bir kauçuk yalıtkanda delinmeyi sağlayabilmek için, bir santim uzunluk başına bir milyon volttu aşkın akım vermek gerekir. Kritik gerilim aşıldığında, değerlik elektronları ana atomlarından ayrılırlar ve uygulanan alanla birlikte hareket ederler. Böylece, yalıtkandan bir akım geçer, madde özelliğini yitirir ve direnci büyük ölçüde azalır.

YANGIN BOMBASI Bk. BOMBA

YANSIMA ve KIRILMA Bk. OPTİK

YARIİLETKEN

«Yarıiletken» adı, çok sayıda kimyasal element için kullanılabilir. Bunlar arasında en önemlileri, germanyum ve silisyum ile III-V (PERYODİK ÇİZELGE'ye göre) bileşikleri denilen elementlerdir. Bu elementlerin ortak özellikleri, elektriksel iletkenliktir. İletkenliği, artı delikler ile serbestçe hareket edebilen eksi yükler (elektronlar) belirler. Serbestçe hareket edebilen «taşıyıcılar»ın yoğunluğuysa, ısıya, malzeme yapısına ve içindeki yabancı maddelere bağlıdır.

Serbest elektronların egemen olduğu yarıiletkenlere, «n» tipi iletken denir. Daha çok delik içerenlerse «p» tipi iletken diye adlandırılırlar. Artı yük taşıyıcı (delik) kavramının, kuvantum mekaniği bilinmeden açıklanması zordur. Bununla birlikte, belirli amaçlar için yeterli sayılabilecek yalın bir model verilmek istenirse «delik»ler, elektron boşlukları (yani, elektronun bulunmadığı yerler) olarak düşünülebilir. Tam arı bir iletken billur ısıtılırsa, elektron-delik çiftleri halinde serbest taşıyıcılar üre-

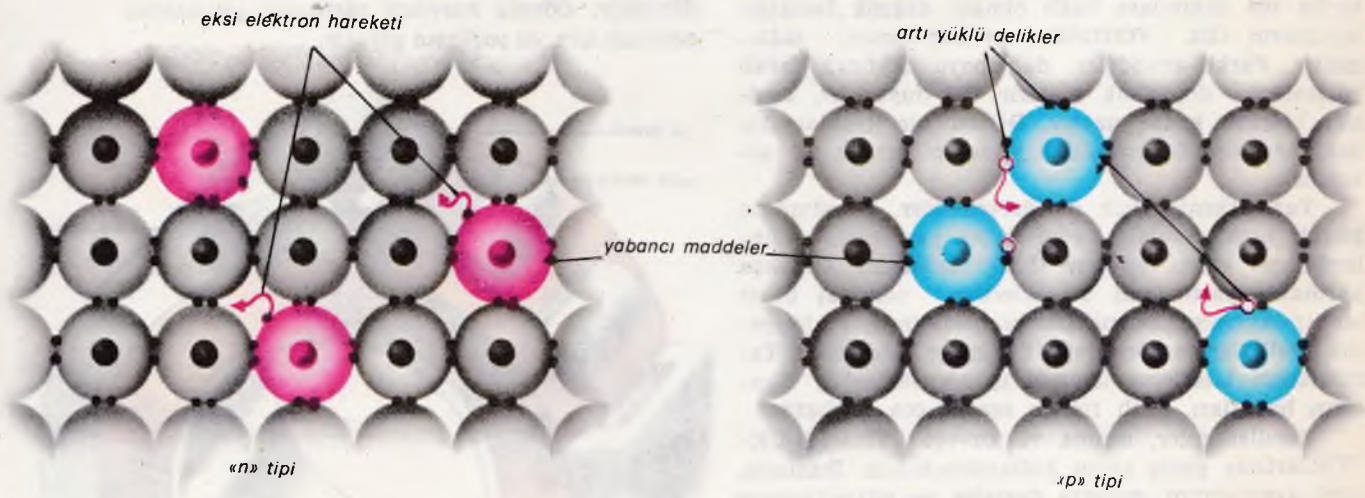
tilir. Bir yabancı maddenin, billur yapısı içine katılmasıyla, denge bozulur, iletkenlik artar ve malzeme «p» ya da «n» tipine dönüşür. Bütün yarıiletkenlerde en önemli süreç, *yeniden birleşme*dir (rekombinasyon). Bu süreçte bir elektron ile bir «delik» etkileşip, serbestliklerini yitirirler. Yeniden birleşme, billur bozukluklarında ve bazı yabancı atomların çevresinde artar.

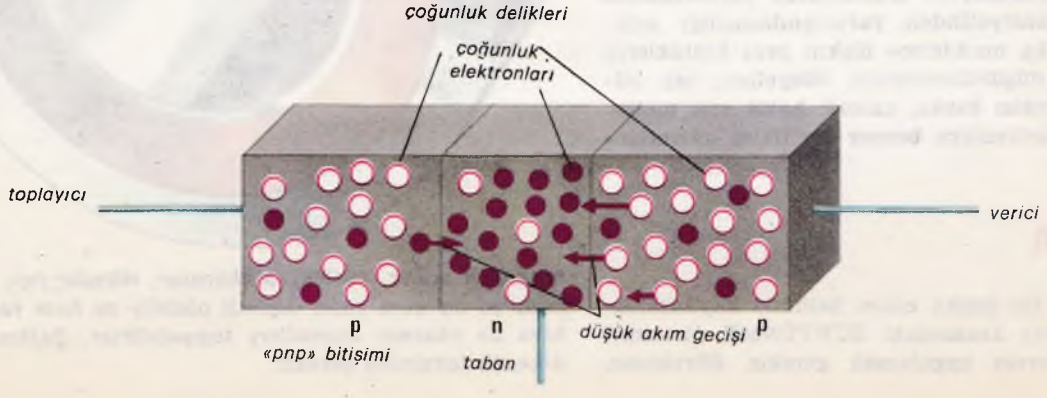
Bitişim (arakesit) transistörü: Bitişim transistörü, çok arı yarıiletken billur içindeki «p» ve «n» tipi bölgeler arasına üçüncü bir arakesit tabakasının yerleştirilmesiyle oluşur. İlk uygulamalarda, yarıiletken billur olarak germanyum kullanılıyor ve bitişimleri oluşturmak için, yüzeylerinde, yabancı maddelerle alaşımlar ortaya çıkarılıyordu. Daha sonra, üretim teknolojisindeki gelişmeler sonucu, temel madde olarak silisyum kullanılmaya başlandı. Bunda bitişimler, difüzyon yöntemiyle oluşturuluyordu. Uygun yabancı elementler (genellikle «n» tipi için fosfor, «p» tipi için bor), yüksek sıcaklıklarda (1 000°C) yüzeye işler. Her türden yabancı maddenin bütünüyle eşit yoğunlukta olduğu bölgelerde bitişimler oluşur. Bileşenlerin boyutlarının küçük olması için, işlem sırasında silisyum bölgesi, silisyum dioksit maskesiyle difüzyona karşı korunur. *Fotogravür* tekniğiyle, oksit tabakası içine küçük pencereler açılır. Bunların boyutları 5 mikron düzeyindedir.

Yarıiletken aygıtların ve entegre devrelerin ya-

Kuvars tüp içine yerleştirilmiş, difüzyona uğratılacak çok arı silisyum dilimleri. (üstte) Silisyum dilimleri, gereği kadar yabancı maddeyle birlikte eritilip, tek billur büyüyünceye kadar yavaş yavaş soğutulur.

«n» ve «p» tipi yarıiletken maddeler. (altta) Kafes içindeki yabancı maddeler, ya elektron fazlalığı ya da elektron boşluğu yaratır. Yörüngede tutulmayan fazla elektronlar, malzeme içinde harekete geçerler. Delikler eksik bağ ortaya çıkardıklarından, yakındaki atomdan elektron alıp, artı akım geçişine neden olurlar. Bu özelliklerden «pnp» bitişim transistörlerinde yararlanılır.





pımında kullanılan silisyumun son derece arı olması ve yalnızca bir tek billurdan oluşması gerekir. Silisyum, dünyada en çok bulunan elementlerden biridir; ama yarıiletkenlerde kullanılabilecek hale getirilmesi için, oldukça zor ve pahalı yöntemlerle işlenmesi gerekir.

Normal, kimyasal arılaştırmadan sonra silisyum, bölgesel ayrıştırmaya uğratılır. Bu teknikte, bir yerel bölge içinde bir silisyum çubuğu eritilir (fırın yardımıyla) ve erimiş bölge, bu çubuk boyunca yavaş yavaş hareket ettirilir. Yabancı maddeler, eriyikte daha iyi çözüldüklerinden, çubuğun bir ucuna toplanırlar. Bu yöntemle yabancı madde oranı, 10^9 da 1'e düşürülebilir.

Arılaştırılmış silisyum, tek billur halinde büyütülmeden önce yeniden eritilir. Billur büyütme çeşitli yöntemlerle gerçekleştirilebilir, ama en yaygını, Czochralski yöntemidir. Dikkatle denetlenen yabancı maddelerle birlikte erimiş silisyum, özel bir kap içine alınır. Küçük bir tohum billur, eriyik içine daldırılır ve sürekli olarak döndürülüp yavaş yavaş çekilir. Büyütülmüş olan billur, dilimler halinde kesildikten sonra cilalanır.

Öteki gelişmeler: Yarıiletkenlerin en çok kullanıldığı alan, transistörler ve ENTEGRE DEVRELER'dir. Ama, ticari önem taşıyan başka aygıtlarda da yararlı olurlar.

Yarıiletkenin elektriksel özelliklerinin ışığa ve başka tür ışınımlara bağlı olması, değişik fotoalgılayıcıların (Bk. FOTOSEL) geliştirilmesini sağlamıştır. Farklı maddeler, dalgaboyu tayfının farklı bölümlerine duyarlılık gösterir. Bu duyarlılık, kızılaltı bölgeye kadar uzanır. Benzer bir uygulamaya, uzay araçlarında kullanılan güneş pillerinde de rastlanılır.

Yarıiletkenler ışık da üretebilirler. Günümüzde birçok renk verebilen göstergeler yapılmıştır. Bunlarda ışık veren *diyot*lar (LED) kullanılır. Oldukça karmaşık yarıiletken bileşiklerden oluşmuş böyle bir «p-n» bitişiminden akım geçirildiğinde, malzemenin özelliklerine göre değişik renkler elde edilir. Yarıiletkenli lazerlerse uyumlu ışınım sağlarlar. Bunların boyutları, gazlı tiplere oranla çok küçüktür.

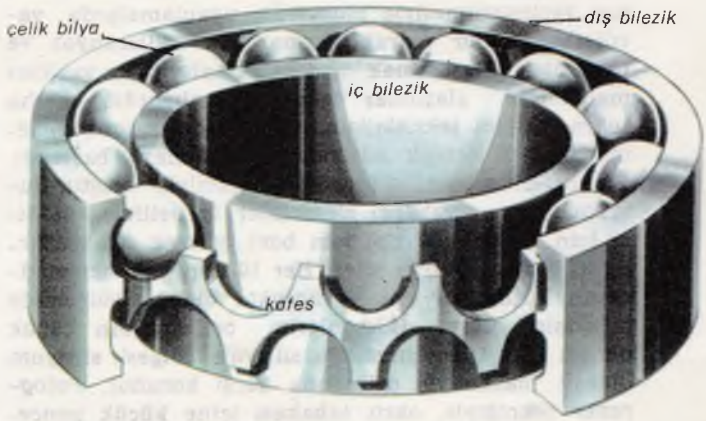
Yarıiletkenler, uzama ve kuvvet TRANSDÜKTÖR'lerinde geniş çapta kullanılmaktadır. Bunlarla, ölçü aygıtlarının, entegre devreler ve yükselticilerle donatılması sağlanmıştır. Günümüzde yarıiletkenlerin bütün potansiyelinden yararlanılamadığı açıktır. Ayrıca, başka maddelere ilişkin yeni özelliklerin bulunduğu da düşünülmektedir. Sözgelimi, tek billurlu elementlerden başka, amorf, hattâ sıvı malzemeler de, yarıiletkenlere benzer özellikler gösterebilirler.

YATAKLAR

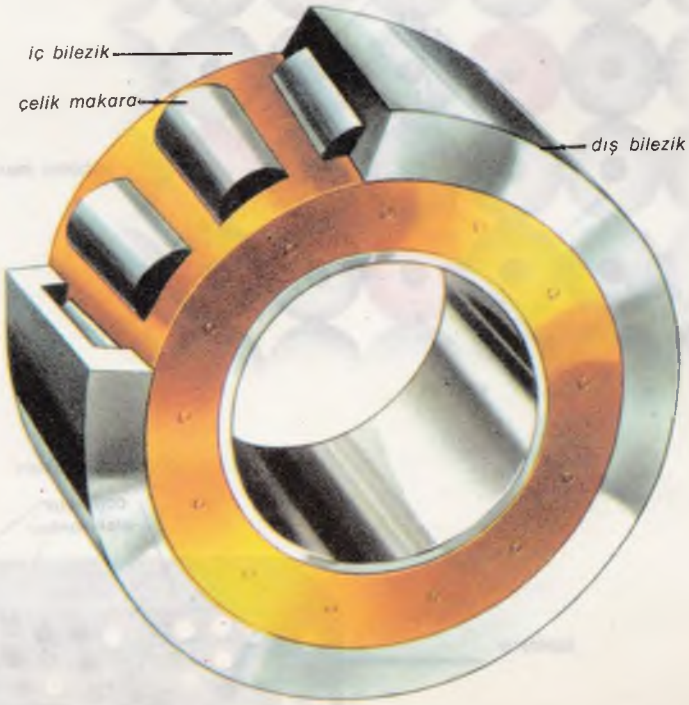
Bir cismin bir başka cisim üstünde kaydırılması için, iki yüzey arasındaki SÜRTÜNME direncini yenecek bir kuvvet uygulamak gerekir. Sürtünme, makinalarda, enerji yutan, ısı üreten, verimi düşüren ve aşınmayı artırarak makinanın ömrünü kısaltan bir etmendir.

Yatak, yükün desteklenmesi sırasında sürtünmeyi azaltan bir makina öğesidir. Hareketli parça, bir bisiklet tekerleği gibi dönen bir parça olabileceği gibi, torna yatağı boyunca kayan kızaklanmış araba gibi bir yüzey de olabilir.

Yataklar genellikle, dönen parçaları yataklamak



Bilyalı yatak. (üstte) İç bileziğin çevresinde, bilyaları tutan takviyeli döküm metalden bir kafes vardır ve mil, dış bileziğin içinde serbestçe dönebilir. Dönme hareketi sürtünme yitimlerini azalttığı için, az yağlama gerekir.



Makaralı yatak. (üstte) Makaralar, silindir, fıçı, koni ya da kum saati biçimli olabilir ve hem radyal, hem de eksenel kuvvetleri taşıyabilirler. Şaftın çok dikkatli takılması gerekir.

için kullanılırlar ve rulmanlı yataklar, sıvı tabakalı yataklar, kuru sürtünmeli yataklar diye sınıflandırılabilirler.

Rulmanlı yataklar: Eski Mısırlılar, piramitler için gerekli olan büyük kayaları, kütüklerin üstünde yuvarlayarak, bir tip rulmanlı yatak kullanmışlardır. Modern rulmanlı yataklar, hassas mekanizmalar olmalarına karşılık, iki yüzey arasına konmuş bilyalar ya da makaralarla çalıştıklarından, aynı ilkeye dayandıkları söylenebilir. Bir parçayı bir başkasının üstünde yuvarlamak için gereken kuvvet, aynı parçanın kaydırılması için gereken kuvvetten çok azdır.

Günümüzde rulmanlı yataklar, otomobil tekerlek göbekleri ile dişli kutularında, elektrik motorlarında, çamaşır makinalarında, vantilatör pervanelerinde, dokuma tezgâhlarında ve her tür endüstri makinasında kullanılmaktadır. Bu yataklarda sürtünme, aşağı yukarı bütünüyle ortadan kaldırılmıştır (metaller arasındaki yuvarlanma sürtünmesi, kayma sürtünmesinin yüzde biri kadardır). Ortaya çıkan enerji yitimlerinin nedeni, metallerin değme noktalarında oluşan sıkışma ve yağlama maddesinin hareketidir.

Döner mekanizmalarda kullanılan en yaygın rulmanlı yatak tipi dört temel parçadan oluşur: İç bilezik; çok sayıdaki yuvarlanma öğesi (bilya ya da makara); bilyaları ya da makaraları yerlerinde tutmak ve birbirinden ayırmak için bir kafes; dış bilezik. Rulmanın uzun ömürlü olması ve yük altındayken değme noktalarında kalıcı çöküklerin oluşmasını önlemek için, iç ve dış bilezikler ile yuvarlanma öğeleri sert çelik ALAŞIM'ından yapılır. Kafes ise, yumuşak çelik, pirinç ya da plastikten üretilir.

Rulmanlı yatak tipleri: Bilyalı yataklar normal olarak radyal yükleri, yani mil eksenine dik yükleri taşımak için kullanılır. Eksen yönündeki kuvvetleri ya da uçtan itme kuvvetlerini taşıyan tipleri ve birleşik (radyal ve itme) kuvvetleri çekenler de vardır. Makara tipindeki yuvarlanma öğeleriyse, yatak türüne bağlı olarak, silindir biçimli, fıçı biçimli ya da koni biçimli yapılabilir. Koni biçimli makaralı yataklar, genellikle otomobil tekerlek göbeklerinde kullanılır. Tekerlek göbeklerinde, hem arabanın ağırlığının karşılanması, hem de virajlarda yan kuvvetlerin karşılanması gerekir.

Yatakların ömrü: Rulmanlı yatakların yük altında kalması ve dönmesiyle, bilyaların (ya da makaraların) ve bileziklerin değme noktalarına, art arda basınç etkir. Bu durum, zamanla yorulma belirtileri ortaya çıkarır. Rulmanlı yataklardaki yorulma, yüzeylerde çukurlara neden olur. Çukurlar çalışma sırasında gürültü yapacağı için de, rulmanın değiştirilmesi gerekir. Bir yatağın yüzey çukurları oluşmadan çalışabileceği süre, «*ömrü*» diye nitelenir. Yorulma süresini etkileyen temel dış etmenler, belirli büyüklük ve tipteki bir yatağın temas noktası basıncını belirleyen *yük* ile basıncın uygulanma frekansını belirleyen *dönme hızı*dır. Yatağın büyüklüğü ve tipi de, iç basınçların ve yorulma özelliğinin denetlenmesinde önemlidir. Sözgelimi, büyük bir yatak, küçük bir yataktan daha çok yük taşıyabilir ya da aynı ağırlık altında daha uzun bir ömrü olur; «çizgisel» temasla çalışan makaralı yataklar, aynı büyüklükteki noktasal temaslı bilyalı yataklardan daha büyük yük taşır.

Deneyler, rulmanlı yatak ömrünün, genel bir yaklaşımla, uygulanan yükün kübüyle ve dönme hızıyla ters orantılı olarak değiştiğini göstermiştir. Başka bir deyişle, hız değiştirilmeden, uygulanan yük yarıya indirilirse, ömür sekiz kat artar ya da yük değiştirilmeden hız yarıya indirilirse, ömür iki kat artar. Bu nedenle, bir rulmanlı yatağın yük taşıma kapasitesi, belli bir uygulamaya elverişliliğinin belirlenmesinde çok önemlidir ve yatağın yorulmadan belirli sayıda devir için taşıyabileceği belirli bir yük cinsinden belirtilebilir.

Yağlama: Uzun ömür ve sessiz çalışma için rulmanlı yatakların yağlanması gerekir. Yatakların çoğu kısmen gresle doldurulup kapatılır. Yataklarda ısı üreten endüstri uygulamalarındaysa genellikle, yağın hem yağlama, hem de soğutma amacıyla sistemde dolaşması sağlanır. Uzayda 7-10 yıl kalması gereken HABERLEŞME UYDULARI'ndaki cayroskopların ve çark mekanizmalarının bilyalı yataklarının yağlanması, gresin vakum koşullarında buharlaşıp kuruması nedeniyle sorun yaratır. Bu tür durumlarda (sözgelimi yüksek sıcaklık uygulamalarında) sentetik maddelerden yapılan gres kullanılır.

Sıvı tabakalı yataklar: Sıvı tabakalı yataklarda sürtünme kuvvetleri, yüzeylerin arasına bilyalar ya da makaralar yerine, bir sıvı tabakası yerleştirilerek azaltılır. Sıvı, otomobil motoru yataklarında olduğu gibi, genellikle bir yağdır; ama uygulamaya bağlı olarak, su (pompa yatakları) ve hava ya da gaz da olabilir.

Sıvı tabakalı yatakların iki temel tipi, sıvı tabakası basıncının dönmeyle üretildiği *hidrodinamik yataklar* ve sıvının bir dış kaynaktan basınçla gönderildiği *hidrostatik* yataklardır (Bk. YAĞLAMA).

Kuru sürtünmeli yataklar: Son yıllarda, birçok yatak uygulamasında çok kullanışlı olduğu ortaya çıkan, çeşitli plastik malzemeler geliştirilmiştir. Bu malzemeler, fenolik, epoksi, kresilik reçinelerdir ve genellikle iplik, naylon, asetal ve politetraflüoroetilenle takviye edilmişlerdir. Teflon ayrıca, yağsız tavaların kaplamalarında da kullanılmaktadır.

Bu malzemelerin başlıca üstünlüğü, kuru olarak (yağlamaya gerek göstermeden) çalışabilmeleridir. Bu özellik bazı uygulamalarda, sözgelimi ürünlerin kirlenmesinden kaçınılması gereken besin ve ilaç endüstrilerinde, büyük değer taşır. Öteki üstünlükleriyse, ucuzlukları, kolayca işlenebilmeleri ve gereken biçimde kalıplanabilmeleridir. Sürtündükleri şafta yapışmaz ve zarar vermezler.

Kuru çalışan plastik yatakların ömrü, aşınmayla sınırlıdır. Bu nedenle, yalnızca düşük hızlar ve aralıklı çalışma için ya da hafif yükler için elverişlidirler. Bu yatakların yağlanması, aşınma süreleri-

ni büyük ölçüde artırır. Yağlanan plastik yatakların (genellikle burç ya da bilezik biçimindeki yatakların) performansının, yağlanan metal yataklardan (özellikle yağlama ihmal edildiğinde) daha yüksek olduğu birçok uygulama bulunmaktadır.

Bazı sürtünmeli yataklar kendinden yağlamalıdır. Bunlar genellikle, alüminyum, bakır, pirinç ve bronz bazlı sinterlenmiş metal tozundan yapılırlar, toz metalürjisi teknolojisinin ürünleridirler: Çok ince metal tozları preslenerek, gerekli biçim ve boyuttaki parçalar üretilir.

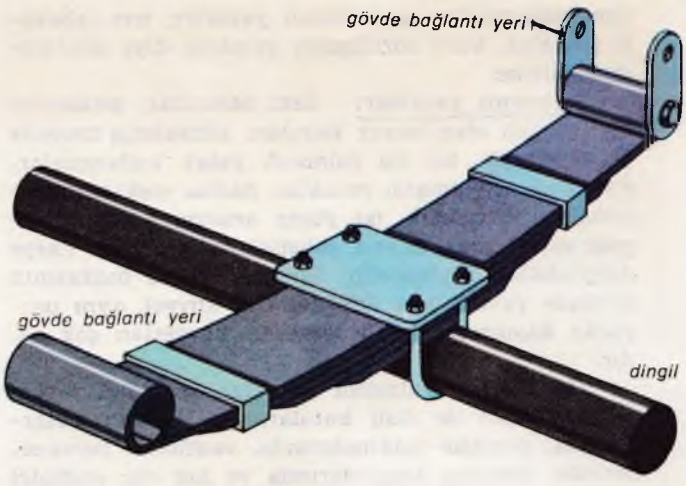
Metal tozundan yapılmış parçalar, bir milimetrenin binde 1-30 arasındaki büyüklüklerde gözenekleri bulunan metal süngerlere benzediklerinden, hacimlerinin yüzde 30'una ulaşan miktarlarda yağ emebilirler. Başlıca uygulamaları arasında, otomobillerin debriyaj açma yatakları ve ana yatakları sayılabilir.

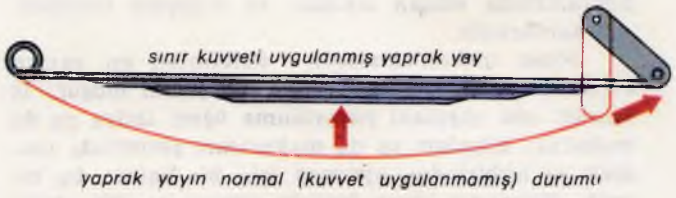
YAYLAR

Yaylar, yapıldıkları malzemenin esneme özelliklerinden yararlanarak enerji depolayabilen makina öğeleridir. ESNEKLİK, malzemelerin,uygulanan kuvvetle orantılı olarak doğrusal yönde biçim değiştirmesini ve kuvvetin kaldırılmasıyla ilk haline dönmesini sağlayan mekanik özelliktir. Uygulanan kuvvetin kalıcı biçim değişikliğine yolaçtığı noktada, esnekliğin üst sınırına ulaşılmış olur. Malzemenin kalıcı biçim değişikliğine uğramadan dayanabileceği en büyük kuvvete, «*esneklik sınırı*» denir.

Akışkanlar: Akışkanlar, yani sıvılar ve gazlar, içinde bulundukları kabın biçimini alırlar. Sıvılar sıkıştırılamazlar; ama gazlar, genişleyerek ya da sıkışarak, içinde bulundukları kabın yalnızca biçimine değil, boyutlarına da uyarlar. Bu nedenle gazlar, şokların soğurulmasında ve enerji depolanmasında kullanışlı malzemelerdir. Motorlu araçların SÜSPANSİYON sistemlerinde kullanılan *amortisör*ler, genellikle yalnızca, sistemin içindeki sarmal yaylar (sustalar) için sönüm sağlarlar. Ama bazı sistemlerde, sözgelimi Alman De Carbon sisteminde, hava, bir piston ve silindir mekanizması içinde gerçekten sıkıştırılır. Preslerde, pnömatik amortisörler de kullanılmaktadır. Esnek koruyucu içine doldurulmuş sıkıştırılabilir gazdan oluşan lastik, motorlu araçlarda bazı yol şoklarını, uçaklardaysa yüksek hızla yere inerken ortaya çıkan büyük şokları soğurur.

Katılar: Malzemeler arasındaki esneklik özelliği farkları, lastik ile kurşun karşılaştırılarak gösterilebilir. Basınç altındaki bir lastik parçası, sınırlı bir yer dolduracak biçimde genişler ve kuvvet kaldırıldığında ilk haline döner. Buna karşılık, basınç altındaki bir kurşun parçası, sınırlı bir yer dolduracak biçimde yayılır ve kuvvet kaldırıldığı zaman eski biçimini almaz. Kurşun, enerji soğurabilir, ama depolayamaz. Başka bir deyişle, esnek değildir ve yay malzemesi olarak kullanılamaz.

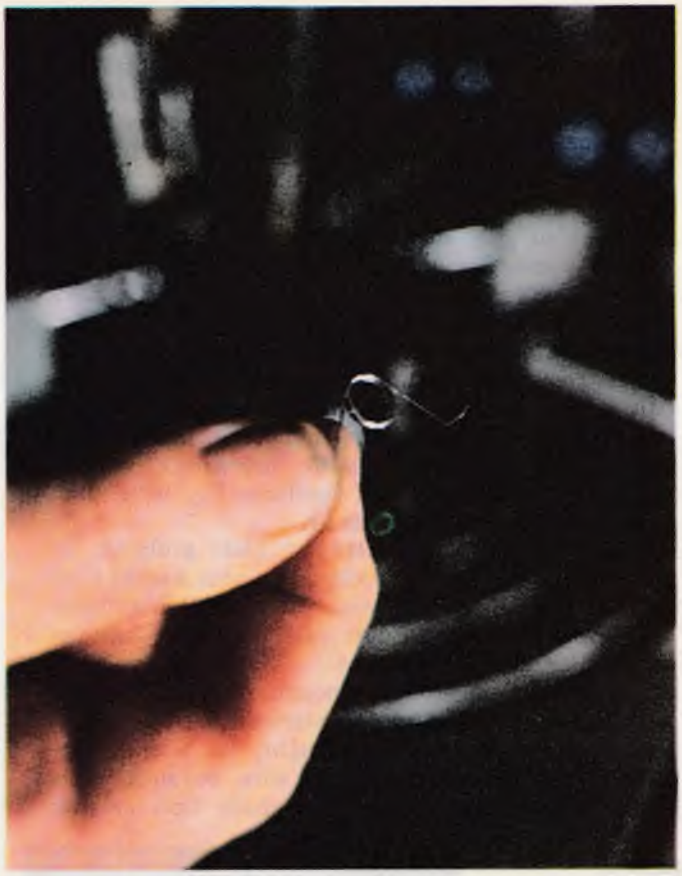




XIX. yüzyılda demiryolları ve at arabaları için geliştirilen yaprak yay, günümüzde hâlâ birçok otomobilin arka süspansiyonunda kullanılmaktadır. (üstte) Yaprak yay, dingilin taşınmasını ve yukarı - aşağı oynamasını sağlamasına karşılık, yanlara doğru oynamasını önler. Çelik şeritler, birbirleri üstünden kayarak, bir miktar amortisör görevi de yaparlar.

Bu iki aşırı örnek arasında yeralan ve belirli bir sınıra kadar esnek olan, bakır, fosforlu bronz, çelik gibi metaller, yay yapımında kullanılır. Metal yaylar, çubuk, rondela, sarmal, maşa, vb. biçimlerinde olabilir. Yayın yapıldığı malzemenin esnekliği kadar, biçimi de, plastik biçim değiştirme olmadan gerilmenin soğurulmasında önemli rol oynar.

Sarmal yaylar: Sarmal yaylar, en yaygın tipi oluşturur, düz ya da silindir (*helezon* biçimli) olabilirler. *Koni* (huni biçimli) ya da *volut* (borazan biçimli) biçimli sarmal yaylar da vardır. Bir birim esneme sağlamak için gereken kuvvete «*rijitlik*» denir. *Yaylanma oranı* (ya da *yay değişmezi*), birim esneme başına düşen kuvvettir ve yaydaki çalışan halkaların sayısıyla ters orantılıdır. Halkaların adımları eşitse yay oranı *değişmez*, eşit değilse *değişken*dir. Koni biçimli bir yaydan da değişken bir kuvvet oranı elde edilebilir. Aynı boyutlardaki farklı malzemelerden yapılmış yayların yay değişmezleri farklıdır.



Yaylar, boyutları, biçimleri ve sertlikleri bakımından büyük çeşitlilik gösterirler. (üstte)· Aşağı yukarı bütün makinalarda, genellikle özel alaşımlardan yapılmış değişik tipte yaylar bulunur.

Sıkı sarılı sarmal yayın halkaları, yaya yük uygulanmadığı durumda birbirine değer. Bu tip, *uzama* yayı olarak kullanılır; yani uzatıldığı zaman enerji depolar. Bir kapıyı kapatmak için kullanılan yay buna güzel bir örnektir. *Gevşek sarılı* yaysa, *kısalma* yayı olarak kullanılır. Otomobil koltuklarında ya da yataklarda kullanılan yaylar, bu tipin başlıca örnekleridir.

Düz sarmal yaylar, saatlarda ya da benzeri mekanizmalarda kullanılır, bir düzlem üstünde sarmal biçimde sarılmış ince şeritlerden oluşurlar. Dış uçları bir mekanizmaya bağlanmıştır, iç uçları da yayı sarmak için bir şaftın ucuna takılabilecek biçimde kıvrılmıştır. Şafta döndürme momenti uygulanmasıyla halkalar, daha küçük bir çapa gelerek sıkışır ve enerji depolarlar.

Yaprak yaylar: Yaprak yaylar, otomobillerde, demiryolu araçlarında ve öteki araçlarda kullanılır, yay çeliğinden yapılmış değişik uzunluklardaki şeritlerden üretilirler. En kısa şerit (yaprak) kuvvet kaynağının en yakınına yerleştirilir. Yaprak yaylar, ya uçlarından desteklenip, orta noktadan uygulanan bir kuvveti taşırlar *(yarı-eliptik* ya da *yalın destekli)* ya da bir uçtan desteklenip, öteki uçtaki bir kuvveti çekerler *(çeyrek-eliptik* ya da *konsol tipi)*. Şeritler, yük uygulandığında birbirlerinin üstünden kayarak, çok tabakalı kiriş özelliği gösterirler. Yapraklar önceden biraz kıvrılmıştır. Yaprak yayı düzleştirmek için gereken kuvvete, «*sınır kuvveti*» denir. Sınır kuvvetine, yayın oturmasına ya da en büyük biçim değişikliğine uğramasına neden olduğu için, «*en büyük dizayn kuvveti*» adı da verilir.

YAYLI ÇALGILAR

Yaylı çalgıların kökeni çok eskilere uzanır. Günümüzde yayla çalınan çalgıların en önemlileri kemanlar grubunda yeralır. Bu yüzden kemandan önceki ve sonraki çalgıları incelemeden önce, bu aletin özelliklerini belirlemek yararlı olacaktır.

Keman ailesi: Kemanın başlıca bölümleri, *sapı* ile *ötüm gövdesi*dir. Dört tel, ötüm gövdesi üstünde köprüyle yükseltilmiş, ama sapa yakın yerleştirilmiştir. Parmakla üstüne basılan tel, sapa değerek, istenilen frekansı sağlar. At kılından yapılan bir yayın tellerin üstünden geçirilmesiyle, keman rezonansa getirilir. Tellerin bir ucu, gövdenin altında bulunan *telliğe* takılıdır. Öteki uçları da, sapın üstündeki *kulak*lara sarılmıştır. Kulaklar genellikle kıvrık ve süslü biçimde yapılır. Sap, aletin gövdesine, besleme takozlarıyla bağlanmıştır.

Ötüm gövdesi, *alt* ve *üst* kapaklardan oluşmuştur. Bu kapaklar 38 mm enindeki bir kasnakla birleştirilir ve köşe parçalarıyla sıkıştırılır. İki kapak arasında, telliğin hemen altından ses desteği uzanır. Ayrıca, soldaki telin altından gövdenin iki yanına 5 cm sokulan, bir bas çubuk vardır. Ses desteği, etkili ses alanını genişletir ve ıslık sesine benzer ses verebilen doğal gövde rezonanslarını giderir. Gövdede, tellerin iki yanına açılmış «f» biçimli delikler bulunur.

Yaylar barsaktan yapılabilir. En kalın ses veren yay, gümüş kaplanmış, en ince ses veren yay da gümüşten yapılmış yaylardır. Modern biçimi XVIII. yüzyıldakinden oldukça farklı olan yay, logaritmik olarak kıvrık yapılır ve böylece, çalan ne kadar bastırırsa bastırsın, gerilimin aynı kalması sağlanır (eski yaylar genellikle dışbükeydi). At kılları teli yana doğru çeker, sonra tel, gerginliğinin etkisiyle geri döner.

Keman ailesinin, seslerinin frekansı küçüldükçe yapıları büyüyen dört üyesi vardır: *Keman; viyola; viyolonsel; kontrbas.* Keman ve viyola çenenin altına yerleştirilip bir elle saptan tutularak, öteki ikisiyse, altlarındaki dayanağın yere konulmasıyla çalınır. Viyolonsel çalan kişi oturup, aleti bacaklarının arasına yerleştirir; kontrbas çalansa, ya ayakta durur ya da yüksek bir iskemleye oturur. Kontrbas, biçim açısından ve tellerinin akordu yönünden viyol ailesine benzerse de, keman gibi perdeleri olmaması ve tellerinin daha gergin, tahtasının da daha kalın olması nedeniyle keman ailesine daha yakındır.

Ancak, bu tanım, modern kemanlar için geçerlidir ve modern keman, barok tipten çok farklıdır. XVII. yüzyılın sonlarında, ses hacmini artırmak için yapılmaya başlayan değişiklikler, sesin berraklığını ve rengini olumsuz yönde etkilemiştir. Stradivarius, Amati ve Guarnerius gibi barok kemanların bas çubukları, günümüzde daha büyük gerilimlerin etkisinde kalan bas çubuklardan incedir. Modern kemanlar yarım ses daha yüksek akort edilir ve sap kısımları 12.7 mm daha uzundur. Ayrıca, modern kemanların köprüleri daha yüksek olduğundan, boyunları daha büyük bir açıyla bükülmüştür. Stradivarius kemanının üstünlüğü, başka kemanlarda çeşitli hasarlara yolaçacak olan bu değişikliklere çok daha iyi tepki göstermesinden kaynaklanır. Stradivarius kemanları üstün niteliklidir. Ancak, ses niteliğini kemanın hangi özelliklerinin belirlediği, hâlâ kesinlikle bilinmemektedir.

Viyol ailesi: Yaylı çalgıların öteki grubunu, viyol ailesi oluşturur. XV. yüzyılda önem kazanan bu çalgılar, daha çok Rönesans sırasında kullanılmıştır. Viyol ailesinde de dört çalgı bulunur: Soprano viyol; alto viyol; tenor viyol; bas viyol.

Kemanlar, yaygın düşüncenin tersine, viyoldan türememiş, XVIII. yüzyıl sonlarında bile, iki çalgı için ayrı ayrı parçalar yazılmıştır. İki ailenin varlıklarını birlikte sürdürdükleri süre boyunca, viyol «daha kibar», keman da daha «halk tipi» çalgılar

Keman yapımı. (solda üstte) Resmin en üstünde yapımda kullanılan araç gereç, ortasında kasnak ve dip parçası, en altında da ön ve arka yüzler görülmektedir. Sap bölümü takılmış, kulaklar yerleştirilmiştir.

Viyola, kemandan daha büyük, ama daha yumuşak seslidir. (solda altta)

Gerçek adı Schultheiss olan Praetorius'un «Alman Rönesansı» adlı kitabından alınmış bir bas viyol resmi. (sağda) «Terpsichore» adı verilen dans parçalarının beğenilen bestecisi Praetorius, Rönesans çalgıları konusunda tek ve en büyük bilgi kaynağı olan «Syntagma Musicum» (1614-1618) adlı kitabın da yazarıdır.

sayılmışlardır. Viyol ailesinin önemini yitirip ortadan kalkmasına yolaçan etmenlerden biri, bu aletleri kullanan toplumsal çevrelerin yok olmasıdır.

Viyol ailesi ile keman ailesi arasındaki önemli farklar şunlardır: Viyolun arkası kemandan daha az şişkindir; kasnakları daha derindir; omuzları yuvarlak değil eğimlidir; ses delikleri f değil, c biçimindedir; tel sayısı dört yerine altıdır. Viyol, dizlerin üstüne ya da arasına yerleştirilerek çalınır. En önemlisi, viyolda, sapın tutulan bölümünde barsaktan yapılmış perdeler bulunmasıdır. Bunlar, hem yarım ton aralıklı notaları belirtir, hem de bastıran parmağın altında sert bir destek oluşturarak sesi keskinleştirirler. Viyolun tahtasının daha ince, tellerinin de ince ve daha az gergin olması gibi yapısal özellikleri, çalgının sesine kemanınkinden değişik, daha az etkileyici bir nitelik kazandırır.

Öteki çalgılar: «Rebab» adı verilen çalgı, dört türü olan bir aletti. Arka yüzü yarım armut biçiminde olan çalgının sapı ve ötüm gövdesi tek parçadan oluşurdu. Ses desteği bulunmayan rebab yumuşak bir ses verirdi. Üç telliydi ve perdeleri yoktu.

«*Lira da braccio*» adıyla anılan ailede bulunan çalgılarsa kemana benzerdi. Ses desteği bulunan bu çalgılar, çenenin altına dayanır, ama köprüleri düz olduğundan, yumuşak bir yayla beş tel aynı anda çalınabilirdi. En üstteki tel melodiyi çalarken, öteki dört tel, gaydada olduğu gibi, dördüncü ve beşinci oktav seslerini verirdi. Rönesans sırasında köprü daha eğimli yapıldı ve tellerin sayısı artırılarak, akorlar elde edildi. Eklenen iki tel parmakla basılan bölümün dışından geçer ve bunların üstüne basılmazdı. Aynı ailenin bir başka üyesi olan *lira da gamba*, dizlere dayanarak çalınan, on altı telli bir tenor liraydı.

Piccolo keman, kemanlardan daha tiz akort edilirdi (bunlara özgü müzik örneklerini Bach yazmıştır). "*Kit*" ya da "*pochette*" adı verilen daha küçük bir keman türüyse cepte taşınabilirdi. Bu araç, dans öğretmenleri için çok kullanışlıydı. «*Quinton*» adı verilen beş telli, «*viola d'amore*» denilen altı ve yedi telli modeller de vardı. Viola d'amore'de üstüne basılan teller barsaktan yapılır, parmakla basılan yerlerin altında da gerçek teller uzanırdı. Joseph Haydn bu modellerin «*bariton*» diye adlandırılan bir türüne özgü çok sayıda sonat yazmıştır.

Büyüklük ve akort yönünden değişik başka modeller arasında *viola pomposa*, *viola da spalla*, *violoncello piccolo* ve fagota benzeyen ses veren *viola di fagotto* sayılabilir.

Fiziksel ilkeler: Gergin bir tel titreştiği zaman, bu titreşim, telin iki ucu arasında ileri-geri hareket eden bir DALGA HAREKETİ oluşturur. 30 - 30 000 Hz (saniyedeki titreşim sayısı) arasında havanın titreşimleri duyulabilir. Ama bu ses dalgaları zayıf olduklarından, şiddetlendirilmeleri gerekir. Şiddetlendirme, elektrikli gitarda olduğu gibi elektriksel olarak gerçekleştirilebilir (Bk. ALICI). Ancak, kemanda uygulanan ilke, bir ses levhasının aynı frekansla titreşmesini ve böylece gövde içindeki boşlukta *rezonans* frekanslarının oluşmasını sağlamaktır. Çalgının modelinin ve yapısının yanı sıra, kullanılan tahtanın türü, hattâ üstüne sürülen reçine, sesi etkiler. Hem parçaların, hem de ötüm gövdesinin kendilerine özgü temel frekansları vardır. Ötüm gövdesi ayrıca, *harmonikler*le sesi zenginleştirir. Bir telin titreşimi, yanındaki telleri de titreştirdiği zaman, «*viola d'amore*» de olduğu gibi, akortlu titreşimler oluşur.

YELKENLİ

Suda ulaşımın tarihi on binlerce yıl önceye uzanır. İnsanın rüzgarın sürükleme gücünden yararlanmasına ilişkin ilk kanıtlaraysa, 7 000 ya da 11 000 yıllık bazı vazo süslemelerinde ve kil kabartmalarında raslanır. İ.Ö. 3000 yıllarında, büyük kare biçimli yelkenlerle denetimli sürüklenmenin sağlanması, yerleşmiş bir teknik haline gelmiştir.

Tıpkı modern araçlarda olduğu gibi, yelkenli teknelerde de teknoloji gelişmeleri, yük taşıma kapasitesi, hız ve manevra gibi özelliklerin, yerel geleneklere ve eldeki malzemeye bağlı olarak bir araya getirilmesiyle gerçekleştirilmiştir.

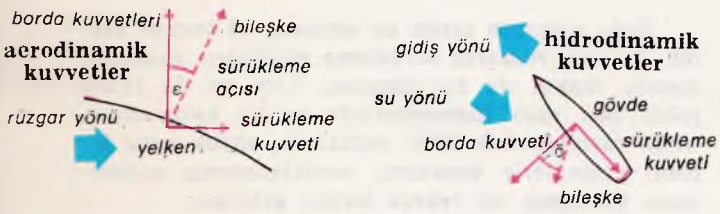
Yelkenli teknenin, rüzgar yönünde hızla gitmek dışında, rüzgar yönünden sapan açılarda yol alabilmesi de gerekir. Bu açılar büyüdükçe, rüzgarla yolculuk süresi uzar. Bunun en önemli aşamasıysa, teknenin rüzgarı 90° yandan alarak, belirli bir noktada kalabilmesidir. Bu sağlandığında, rüzgarın yönü ne olursa olsun, yelkenle istenilen yöne gidilebilir. Kürekler artık yalnızca, olağandışı dalga koşullarında ya da koylarda gerekli manevralar için kullanılır.

Orsa seyri: Zamanla yelkenli tekneler, rüzgara doğru (orsa seyri) da yol alabilmeye başladılar. Bu, akla ters gelen bir durum olduğundan, birbiriyle ilişkisi olmayan pek çok uygarlık tarafından bulunup unutulmuş ve sonra yeniden öğrenilmiştir.

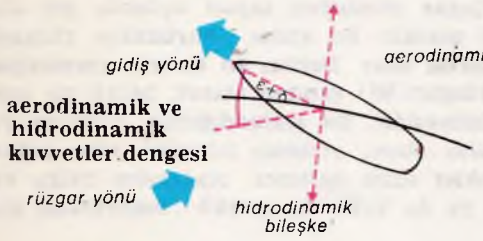
Normal yelkenleri olan bir yelkenli teknenin rüzgara karşı yol alması olanaksızdır. Ama yelkeni, tekne doğrultusuna çapraz yerleştirme yerine, o doğrultuya yakın bir açıda takma yoluyla, rüzgar yönüne dik bir açıyla seyredilebilir (borda ile orsa seyri arası). Teknenin suda gövde doğrultusu boyunca yol alması, yan gitmesinden kolaydır. Bu yüzden, yan değil, rüzgara dik bir açıyla seyreder. Dümen de tekneyi rüzgara çevirecek biçimde ayarlanırsa, rüzgara karşı daha dik bir açıyla gidilebilir. Rüzgara karşı yol almak için, o doğrultuya küçük açılarla iki yandan yaklaşılır. Buna «*volta vurmak*» denir.

Rüzgara karşı seyir için gerekli özellikler, ancak XIX. yüzyılda geliştirilmeye başlanmıştır. Günümüzün yarış teknelerinin orsa seyri, 1850 yıllarının hız teknelerinden çok üstündür. Bu üstünlük, *bordadan etkiyen kuvvetler* ile *sürükleyici kuvvetler*in hesaplanması sonucu ortaya çıkarılmıştır.

Örnek olarak, rüzgarı, estiği yöne 45° açıyla karşılayarak giden bir tekne ele alınabilir. Yelken ve gövde üstünde çeşitli kuvvetlerin etkisi söz konusudur. Bu kuvvetler tek tek bileşenlerine ayrılabilir. Suyun ya da havanın akış doğrultusuna dik olan kuvvete «*bordadan (yandan) etkiyen kuvvet*», akış yönü doğrultusunda etkiyen kuvvete de «*sürükleyici kuvvet*» denir. Her seyirde, bu iki kuvvetin bir *bileşkesi* söz konusudur. Yelkenlerdeki ve gövdedeki borda kuvvetleri, birbirine karşıttır; çünkü rüzgar yelkenlere bir yönde eserken, suyun gövde üstündeki direnci karşı yöndedir.



Başarılı bir orsa seyri için, borda kuvvetlerinin sürükleyici kuvvetlere oranı, hem yelkenlerdeki aerodinamik kuvvetler için, hem de gövdeye etkiyen hidrodinamik kuvvetler için, en yüksek değerde olmalıdır.



İvmesiz bir hızla yol alan bir yelkenlinin aerodinamik kuvvetleri ile hidrodinamik kuvvetleri dengede olmalıdır. Böylece, iyi bir orsa seyri için gereken koşul şöyle belirtilebilir. Yelkenin sürüklenme açısı (ε) ile gövdenin sürüklenme açısı (δ) olabildiğince küçük olmalıdır. Çizimde de görüldüğü gibi orsa seyir açısı ε ve δ'nun toplamına eşittir. Bu toplam düştükçe tekne rüzgara karşı daha küçük bir açıyla yol alabilir.

Kuvvetlerin kaynağı: Sürüklenme kuvveti, suyu oluşturan taneciklerin hızlarının, tekne tarafından kesilmesiyle ortaya çıkar ve teknenin biçimine göre azalır ya da artar. Sözgelimi, ince, yuvarlatılmış ya da akıntı yuvaları açılmış ve yüzeyinin pürüzleri en aza indirilmiş teknelerde, sürüklenme azdır. Yandan etkiyen kuvvetler gövde kalınlığına ve yüzeyin kıvrımına bağlıdır. İyi bir orsa seyri için yüksek borda kuvvetleri ile alçak sürüklenme kuvvetlerinin bileşkesi ön koşuldur. Bu da, ince seren ile donanım, dik bir rüzgar üstü (gradin yakası) ve hafif bir güverte eğimi gerektirir. Tekne gövdesinde iyi bir orsa seyrinin gerektirdiği koşullar, önce-

likle bütün yüzeylerde pürüzsüzlük, iyi yuvarlatılmış sintineler, derin bir omurga, su yüzeyinin üstünde yumuşak kıç çıkmaları, iyi tasarlanmış dümenler ve su üstünde alçak, düzgün bir biçimdir.

Öte yandan, teknelerde sürüklenme açısı ne kadar küçük tutulursa tutulsun, aerodinamik ve hidrodinamik kuvvetler, tekneyi yan kuvvetlerin etkisini yok edecek kadar yatırıyorsa, hiç bir yarar elde edilemez. Bu nedenle, orsa seyri için gerekli olan öteki koşullar da, *düşey dengeyle* ilgilidir. Bu da, alçak bir ağırlık merkezi ya da derin, ağır salma, hafif serenler ve yüksek bir *sephiye merkeziyle* (yüzdürücülük) sağlanır.

Modern tasarımlar: Günümüzün yelkenlileri, uzun bir deneyim sürecinin ve çağdaş bilimsel bulguların ürünüdür. Yelken modelleri, hava araçları gibi, rüzgar tünellerinde sürüklenme kuvvetlerine, rüzgarın geliş açısı ile hızına ve yelkenin eğim açısına göre denenir. DİNAMOMETRE'lerle elde edilen ölçüler, daha sonra gerçek boyutlardaki bir yelkenliye göre büyütülür. Aynı biçimde, tekne gövdeleri de, çeşitli hızlarda, aynı koşullar altında deneylerden geçirilir. Bazen tekne ve yelken modelleriyle yapılan deneylerde, bilgisayar ve mühendislik teknikleri kullanılarak, teknenin özellikleri konusunda bilgi edinilebilir.

Ancak, tasarı bir yatın özelliklerinin ortaya çıkarılması, uçaklardan daha çok aerodinamik, hidrodinamik tekniği ve gerçek ölçmeler yapılmasını gerektirir; oysa yalnızca bir gezi aracı olan yatlar için bu kadar ayrıntılı uygulama yapılamaz. Bu yüzden, yat tasarımları, genellikle birkaç rüzgar tüneli deneyine ve gerçek boyutlardaki teknelerle yapılan denemelere dayandırılır.

Günümüzde, rüzgarın hızını, yönünü, suyun hızını, akış doğrultusunu, hattâ bu değerlerin daha karmaşık bileşimlerini veren elektronik sayaçlar vardır. Ama denizcilerin çoğu, tarih boyunca olduğu gibi, günümüzde de, ya deneyimlerine dayanarak ya da oldukça yalın aygıtlarla aynı ölçmeleri yapmaktadırlar.

Kare yelkenli (kabasorta) Polonya gemisi «Dar Pomorza» Manş Denizi'ni geçerken. (solda)

A.B.D. barkosu «Eagle», 1972'deki bir yarışta. (altta) Barkoların kıçlarında kare yelkenler yerine, direkten başlayarak önden arkaya yatık yelkenler vardır. Bu düzenleme daha az tayfa gerektirir.

YERBİLİM TEKNİKLERİ

Yerbilimin (jeoloji) amacı, yerkabuğunun yapısını açıklamaktır. Dünya sürekli değişir. Bu gerçek, deprem ve yanardağ patlamaları gibi toprak hareketleri nedeniyle eskiden beri bilinmektedir. Ancak, bu hareketlerin çoğu farkedilmeyecek kadar yavaş olduğundan, karalarda deniz hayvanları kabuklarına raslanılması gibi olaylar, XX. yüzyılın başlarına kadar insanları şaşırtmıştır.

Modern yerbilim, 1830 yılında Sir Charles Lyell tarafından açıklanan bir ilkeye dayanmaktadır: Dünya'nın tarihi, bir dağın aşınması ya da yeni tortuların birikmesi gibi, günümüzde de etkisini sürdüren doğal süreçlerle açıklanabilir.

Kayalar ve mineraller: Kayalardan alınan küçük örneklerin ve bunların içerdiği minerallerin incelenmesi, yerbilimin temel tekniklerinden biridir. Örnekler çeşitli yöntemlerle toplanabilir: Yeryüzüne çıkmış kayalardan çekiçlerle; toprağa açılan deliklerden ya da deniz dibinden oyma borusuyla.

İkinci sorun, kaya örneğinin içinde bulunan minerallerin belirlenmesidir. Günümüze kadar 2 000'i aşkın mineral bulunmuştur. Bunlardan bazıları, renk, yansıtma, yarılma (bölünme biçimi) ya da billur yapısı gibi, gözle görülebilen özelliklerine göre

Oyma yöntemiyle yeraltından örnekler alınarak, çeşitli derinliklerdeki tabakalar belirlenebilir. (üstte)

ayırt edilir. Mineralin sertliğini belirlemek için de, yalın deneyler yapılabilir. Billurbilimciler, pudradan (1) elmasa (10) kadar uzanan bir sertlik ölçeği oluşturmuşlardır.

Kayaçlar laboratuvarda, kesitleri alınıp mikroskop altında incelenir. 30 mikron kalınlığında bir dilim, mikroskopa yerleştirilir ve alttan aydınlatılır. Bu düzenek, mineralin optik özelliklerinin incelenebilmesini sağlar. Ayrıca, kayacın mikroskopik yapısı ortaya çıkarılarak, kökeni konusunda ipuçları sağlanır.

Fosiller: Denizde yaşayan bir canlının kemikleri ya da kabuğu dibe batıp çamurla kaplanırsa ve bu çamur yerbilimsel süreçlerle kayaca dönüşürse, söz konusu kayaçta hayvanın fosil halindeki kalıntısı bulunur. Fosiller başka yollarla da oluşabilir: Çamura gömülen bir eğreltiotu yaprağı, kömürün içinde bir iz oluşturur; gelgit çamuru tabakalarından oluşan kayaçların içinde, genellikle kurtçuk delikleri ve izleri bulunur. Hayvanların ve bitkilerin evrim yoluyla sürekli değişmekte olması, yerbilimciler için çok büyük önem taşımaktadır.

Fosil örnekleri konusunda iki önemli gerçek vardır: Birincisi, belirli bir dönemde türü tükenmiş bir yaratık, yeni kayaçlar içinde bulunamaz. İkincisi, hiç bir hayvan türü bir başkasına tam olarak benzemez ve bu nedenle yeni bir tür, tükenmiş bir türle karıştırılamaz. Bu iki gerçek, içlerinde benzer fosil organizmaları bulunan kayaçların aynı yerbilim döneminden kaldığını ortaya çıkarmıştır. Söz

Tortul kayaçların içinde bulunan fosiller, kayaçların yaşlarının belirlenmesinde büyük önem taşır. Resimde (altta), bir deniz lalesi (uzun sapı olan) ve mercan kolonileri görülmektedir.

konusu ilke, ARKEOLOJİ TEKNİKLERİ'nde de kullanılan *radyokarbonla zaman ölçümü* gibi yöntemlerle birlikte, bir yerbilim zaman ölçeğinin oluşturulmasını sağlamıştır. Bu zaman ölçeği, Dünya tarihindeki çeşitli olayların kronolojik bir listesidir.

Ekonomik yerbilim: Yerbilim, Dünya konusundaki bilgimize katkıda bulunmasının yanı sıra, ekonomik bakımdan da önemlidir. Endüstride kullanılan hammaddelerin çoğu, yerkabuğundan alınır: Kömür ve petrol gibi fosil yakıtlar; çeşitli filizler; inşaat taşı; kil; su. Bu doğal kaynakların yerlerini belirlemek, ekonomik yerbilimcinin görevidir.

İlk iş, bölgenin yerbilimsel yapısını incelemektir. Yerbilim haritalarının çiziminde geleneksel yöntem, yüzeye çıkan kayaların ve deliklerden alınan örneklerin incelenmesine dayanır. Ancak günümüzde, YERFİZİĞİ yöntemleriyle toplanan bilgiler de önemli rol oynamaktadır. Geniş toprakların yapısıysa, genellikle havadan çekilen fotoğraflarla belirlenir.

Yüzey şekillerinin belirlenmesinde kullanılan başka bir yöntemde de, radardan yararlanılır. Denizde, eğik yönde ses dalgaları üreten sonarlar ile oyma ve kazma teknikleri kullanılır. Yerbilimciler, bir bölgeden toplanan bu tür bilgilere dayanarak, yeraltındaki kayaçların yapısına ilişkin öngörülerde bulunabilirler.

YERÇEKİMİ

Cisimlerin yere düşmesini sağlayan kuvvet ile gezegenlerin Güneş çevresinde dönmesini sağlayan kuvvetin aynı olduğu, ancak XVII. yüzyılda ortaya çıkarılan bir gerçektir. Eski Yunanlılar katı cisimlerin düşme nedenini, doğal yerlerini aramaları olarak nitelendiriyor, gezegenlerin hareketleriniyse, görünmez billur kürelere bağlıyorlardı.

Gezegenlerin elips yörüngelerde hareket etme nedeninin, iki cismin kütleleri çarpımının aralarındaki uzaklığın karesine bölünmesiyle elde edilen çekim kuvveti olduğunu ilk farkeden, İsaac NEWTON oldu. Newton, yere düşen bir elmayı etkileyen kuvveti, Ay'ı Dünya çevresindeki yörüngede tutan kuvvet ile karşılaştırarak, ikisinin aynı olduğunu gösterdi. Dünya'nın merkezinden, elmaya ve Ay'a olan uzaklıklar bilindiği için de, bu kuvvetlerin, uzaklığın ters karesine bağlı olduğu kanıtlanabiliyordu.

Yerçekiminin ölçümü: Yerçekimi kuvveti, gerçekte oldukça zayıftır, ama Dünya'nın dev kütlesi nedeniyle belirgin hale gelir. Birbirlerinden 30 cm uzakta bulunan, 20 kg ağırlığındaki iki cisim arasındaki çekim kuvveti, Dünya üstündeki bir gramın 1/30 000'i kadardır. Belirli kütleli iki cisim arasındaki çekim kuvvetinin ilk ölçümü, 1798'de Henry CAVENDİSH tarafından yapılmıştır.

Cavendish'in ölçü aygıtı, ortasından uzun bir telle 2 m uzunluğunda bir direğe asılı olan ve serbestçe salınan, 5 cm çaplı, 0,75 kg ağırlığında iki kurşun küreden oluşmaktaydı. 30 cm çaplı ve 1/6 ton ağırlığında iki kurşun küre de, bunların karşısına, küçük kürelerin taşıyıcı çubukları büyüklere doğru salınacak biçimde yerleştirilmişti. Direğin ucundan hesaplanan salınma, 8,5 mm'ydi. Cavendish bundan, küreler arasındaki çekim kuvvetini hesaplamıştı. Açıkladığı sonuçlara göre, iki 1 kg'lık, 1 metre aralıklı cisim arasındaki değer (Cavendish bunu «*G* değeri» diye tanımlamıştı), günümüzdeki

Ay yüzeyinde, Apollo 15'ten David Scott'un yaptığı TV gösterisi. (altta) Yan yana düşmeye bırakılan bir çekiç ve tüy, havasız Ay ortamında aynı hızla düşmektedir

değerden (0,00000000006673 Newton ya da 6,673 × 10^{-11} newton) ancak % 1 kadar bir fark göstermekteydi.

Newton kuramında, aynı yerden bırakılan cisimlerin, Dünya'nın merkezine doğru aynı hızla düşecekleri de öne sürülmekteydi. Eski Yunanlılar, özellikle Aristoteles, ağır cisimlerin hafif cisimlerden daha hızlı düştüğüne inanmışlardı; ama 1590'da Galilei bu düşüncenin yanlış olduğunu kanıtladı: Pisa kulesinden bıraktığı farklı ağırlıkta iki cisim, aynı anda yere düştüler. Gerçekte, ağır ve hafif cisimler arasında, çok az bir hız farkı vardır. Ama Dünya çok büyük olduğundan, bu değer önemsiz kalır.

Yerçekimindeki farklılıklar: Herhangi bir yerde yerçekiminin ortaya çıkardığı ivme «*g*» diye tanımlanır ve yaklaşık 9,8 m/sn²'dir. Bu değer, ölçüldüğü yerin yüksekliğine ve konumuna göre küçük değişiklikler gösterir. Dünya, çekimsel açıdan, bütün kütlesi merkezinde toplanmış gibi etki gösterir. Öte yandan, tam bir küre olmadığı için, yükseklik ya da konumdaki (enlem, boylam) bir fark, Dünya'nın merkezine uzaklığı da değiştireceğinden, ters kare yasasına göre yerçekimi kuvvetini değiştirir. 30 000 m yükseklikte, «*g*», deniz düzeyindeki değerinin % 99'una düşer. 320 km yükseklikte, bu değer, yüzeydekinden % 10 oranında azdır.

Einstein'ın genel GÖRECELİK kuramı (1915), günlük kullanımda Newton kavramı ile aynı olan, ama Merkür gezegeninin hareketindeki şaşırtıcı bir yönü ortaya koyan bir açıklama olmuştu. Einstein kuramında, ışığın da maddeler gibi yerçekiminden etkilendiği öne sürülmüş ve gökbilim araştırmaları bunu doğrulamıştı. «Kara delikler»in (kütle çekimi alanının çok kuvvetli olduğu, ışığın geçmediği alanlar) ve çekimsel ışınımın (ELEKTROMAGNETİK IŞINIM'a benzer) varlığıysa, hâlâ araştırılmaktadır. Son zamanlarda öne sürülen bir kuram da, G değerinin, Evren'de zamanla değişmesidir.

YERFİZİĞİ

Yerfiziği (jeofizik), Yer'in fiziksel özelliklerini araştıran bir bilim dalıdır. Yerbilim (yerkabuğunu araştıran bilim) ve mineralbilim gibi çeşitli bilim dallarını da içine alır. Dünyanın yapısına ilişkin bilgiler vermesinin yanı sıra, PETROL ARAMA ve mühendislik alanlarında da kullanılır. Uzay araştırmaları, yerfiziği yöntemlerinden, Ay ve gezegenlerin yapılarını tanıma amacıyla da yararlanılmasına yolaçmıştır.

Deprembilim: Yerfiziğinin en önemli dalı, deprembilimdir (sismoloji). Yeraltı tabakalarının araştırılmasında, patlamalar ya da titreşimler biçiminde düşük frekanslı ses dalgalarından (100 hertzin altında) yararlanılır.

Ancak, bu yöntemlerle, yerkabuğunun yalnızca üst tabakalarına ilişkin bilgi toplanabilmektedir. Depremler çok daha kuvvetli şoklar oluştururlar.

Sismik araştırmalar, resimde (üstte solda) görüldüğü gibi, küçük patlamalarla ya da mekanik titreştiricilerle yürütülür. Bunların oluşturduğu ses dalgaları, yeraltında kırılıp yansır ve farklı şiddette ya da zamanda yankı halinde geri gelir. Bu yankılar, resimde (üstte sağda) görülen bir dizi jeofonla alınır. Yapılan kayıtlar bilgisayara verildiğinde, o bölgenin yeraltı yapısına ilişkin bilgiler elde edilir.

Bazı durumlarda bu doğal dalgalar, Dünya'yı baştan başa dolaşırlar. Ayrı yerlerde kurulan istasyonlarda tutulan kayıtların karşılaştırılmasıyla, derindeki tabakaların yapısı ortaya çıkarılabilir.

Deprembilimde edinilen bilgiler, kuyu açma yöntemiyle daha ayrıntılı hale getirilebilir. İstenen yerde, 4,5 km'ye varan delikler açılır ve buradan yeraltına hassas bir mikrofon (ya da *jeofon*) indirilir. Yüzeyde sismik atışlar yapılarak, değişik tabakalarda sesin hareket hızı incelenir. İstenirse, kayaçların radyoaktiflik ve elektriksel iletkenlik değerleri de bulunabilir.

Gravimetre: Farklı kayaçlar farklı yoğunluklardadır ve yoğunluğu yüksek olan bir kayacın çekim kuvveti, yoğunluğu düşük olandan fazladır. Ne var ki, bu çekim etkisi çok küçüktür ve yerçekimi kuvvetinin milyonda biri değerindeki birimlerle hesaplanır. Küçük farklar, yaylı terazi ilkesine göre çalışan gravimetreyle ölçülür. İnce bir telden ya da kuvarstan yapılan duyarlı yaya bir ağırlık asılır ve bir göstergede, çekimin oluşturduğu ağırlık sapması ortaya çıkarılır. Gravimetreler iki biçimde kulla-

nılır. Bunlardan biri, bir bölgenin çekim özellikleri konusunda genel bilgi edinmek için, aygıtın, uçakla belirli çizgiler boyunca bölge üstünden geçirilmesidir. Öteki yöntem de, araştırılmak istenen bölgelere, sırt çantaları içine yerleştirilmiş taşınabilir gravimetreler götürülerek uygulanır. Bu teknik, sınırlı ölçüde, denizde de kullanılabilir.

Magnetik araştırma: Normalden düşük ya da yüksek çekim bölgeleri gibi, magnetik alandaki olağandışı durumlar da araştırılmaya değer. Bu amaçla kullanılan MAGNETOMETRE'lerde, ince bir yayla kuzey-güney çizgisinden uzakta tutulan, pusula ibresine benzer bir ibre bulunur. Yayın gerilimi, magnetik alan kuvvetinin doğrudan ölçümünü verir. Modern proton magnetometrelerindeyse, bir billur çubuğun magnetik alanı, içindeki protonların enerjisini değiştirir; bu da, çevre elektronların, dolayısıyle de billurun elektriksel özelliklerini etkiler. Gravimetreler gibi magnetometreler de, ya elde taşınır ya da geniş çaplı alanlar üstünde uçakla gezdirilir. Magnetometre ölçmeleri, özellikle maden bakımından zengin bölgeleri ortaya çıkarmada önem taşır.

Yüzeye yakın kayalardan örnekler alınarak ve özel magnetometreler kullanılarak, daha ayrıntılı magnetik araştırmalar da yapılabilir. Sözgelimi, metal filizi örneği döndürülerek, magnetik alanın bobinlerde oluşturduğu küçük akım ölçülür. Demir kapsayan erimiş kayalar yeni bir tabaka oluşturarak sertleştiğinde, Dünya'nın magnetik alanı tarafından etkilenir ve zayıf bir mıknatıslık kazanır. Birçok metal filizinde, farklı tabakaların, farklı yönlerde mıknatıslandığı bulunmuştur. Üst tabakalar Dünya'nın bugünkü magnetik alanı yönünde, derinlerdekiler de karşıt yönde, vb. mıknatıslanmaktadırlar. Fosil magnetizması ya da *paleomagnetizma* Dünya'nın magnetik alanının, kayaçlar oluşurken, her biri binlerce yıl süren yön değişikliklerine uğradığını göstermektedir. Bu yön değişikliklerinin nedeni, hâlâ açıklanamamıştır; ama varlığı, yerkabuğundaki değişiklikleri izleme olanağı vermektedir. Hava araştırmaları ve denizlerde açılan kuyular, deniz yatağında da ters magnetizma bulunduğunu göstermiştir.

Öteki yöntemler: Yerfiziğinde, öteki bilimlerde kullanılan tekniklerden de yararlanılır. *Termolüminesans* ve *radyoizotop* gibi ARKEOLOJİ TEKNİKLERİ, kayaların yaşlarını ortaya çıkarmaktadır. Termolüminesans, sonradan sertleşmiş maddelerin bulunduğu durumlarda kullanılır. Örnek ısıtılır ve radyoaktif maddelerin bozunmasıyla toplanan elektronlar, ışık halinde enerji açığa çıkarır. Işık miktarı saptanarak, sertleşmenin ne zaman gerçekleştiği ortaya çıkarılır.

Arkeolojide, yalnızca karbon İZOTOP'unun bozunmasından yararlanılır. Ama yerbilimde, arkeolojidekilerden çok daha eski örnekler söz konusu olduğundan, farklı izotoplar da incelenmektedir. Özellikle potasyumun bozunup argon, uranyumun da bozunup kurşun haline gelmesi önemlidir.

YILDIRIMLIK

Simşek, atmosferin çok miktarda statik elektrikle yüklenmiş bölgelerinde oluşan ve gözle görülebilen bir elektrik deşarjıdır. Şimşeğin toprağa ulaşması, bir *yıldırım* ortaya çıkarır. Elektriksel ölçmeler, yıldırımların yüzde 90'ının toprağa eksi yükler taşıdığını göstermiştir. Yüksek hız fotoğrafçılığıysa eksi yüklü yıldırımların bir öncü yıldırımla başladığını ortaya koymuştur. Bir dizi basamak halinde yol alan öncü yıldırım, buluttan yere akarak çatallar oluşturur.

Her basamak, yaklaşık 50 metre uzunluğundadır ve aralarında saniyenin 50 milyonda biri kadar bir zaman aralığı bulunur. Öncü yıldırım yere, saniyenin binde biri kadar bir zamanda varır. Çatallarından biri toprağın 100 metre kadar yukarısına eriştiğinde, topraktan yukarı doğru *ışık demet*leri çıkıp bu çatalla birleşir. Yukarı doğru çıkan ilk ışık demeti öncüye varır varmaz, eksi yük, ışık demeti yolundan toprağa akar ve böylece ana deşarj oluşur. Ana deşarj yaklaşık 20 bin amperlik bir akımdan oluşur ve öncü yıldırımın yolunu izler; çok parlaktır ve havanın birden aşırı derecede ısınması nedeniyle gürültüye neden olur; genellikle, 100 mikrosaniye içinde yirmi-otuz ampere düşer; ama 0,1 saniyelik bir aradan sonra, başka öncü-ana deşarjları, ilk deşarj yolunu izleyerek dünyaya akabilir ve böylece çok kollu bir yıldırım ortaya çıkar.

İlk yıldırımlık: Benjamin FRANKLİN 1753'te

yıldırımlığı (paratoner) ilk kez açıkladığı zaman, bunun ana işlevinin yıldırıma karşı korunma olduğunu belirtmişti. Franklin, laboratuvarda, statik elektrikle yüklenmiş cisimlerin yakınına topraklanmış metal iğne yerleştirilerek cismin deşarj edilebileceğini gözlemlemiş ve bundan, yapılara yerleştirilecek topraklanmış çubukların da fırtına bulutlarını deşarj edebileceği sonucunu çıkarmıştı. Franklin, yıldırımlığın şimşekleri toprağa yönelteceğini de anlamıştı; ama bunu, ikinci ve daha önemsiz bir işlev olarak görmüştü.

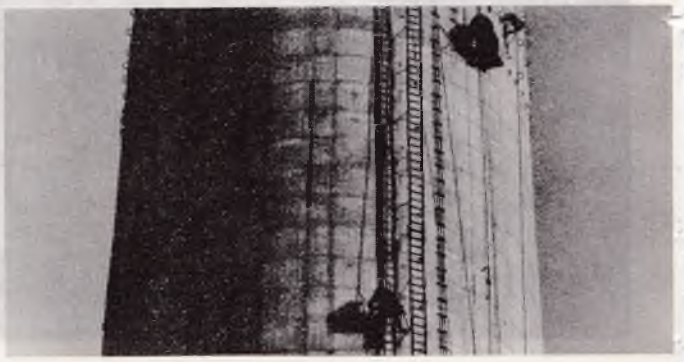
Günümüzde yıldırımlıkların, yıldırımı önleyecek ya da oluşumunu etkileyecek kadar elektrik yükü salmadığı bilinmektedir. Bunların tek işlevi, yıldırımların, yapılara zarar vermeksizin toprağa dağılmasını sağlamaktır.

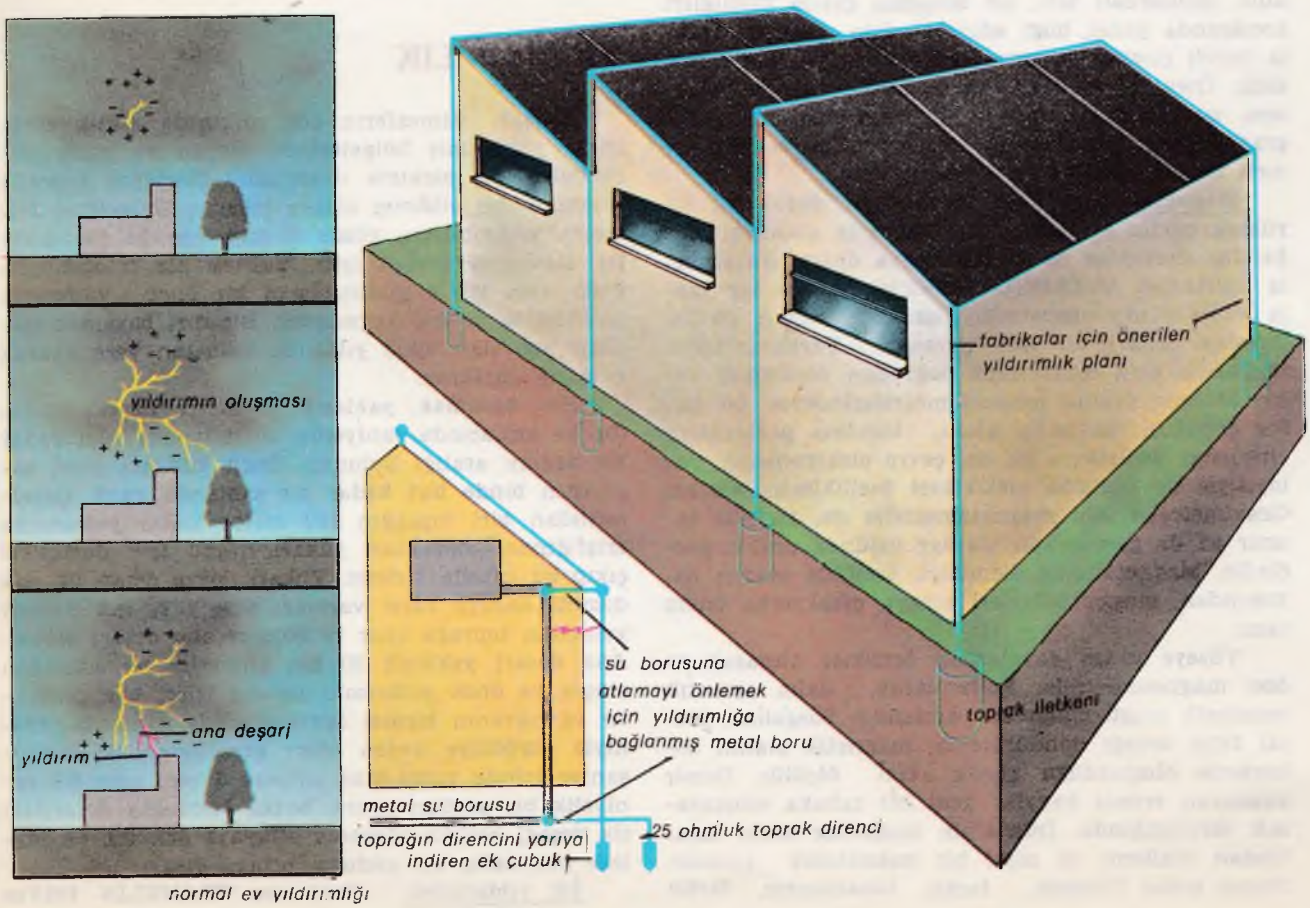
Etki alanı: Bir yıldırımlık, belirli bir yatay uzaklıkta yere düşecek olan yıldırımları kendine çeker. «Menzil» adı verilen bu uzaklık, değişkendir; öncü yıldırımdaki elektrik yükü miktarına bağlı olarak farklılık gösterir. Elektrik yükü ne kadar büyük olursa, yıldırımlık tarafından o kadar uzaktan çekilebilir. Ortalama güçteki bir yıldırım için 60 m'den alçak yapılara takılan yıldırımlıkların menzili 30 metre kadardır. Günümüzde, dikey bir çubuğun menzilinin, yatay çubuğunkinden büyük olmadığı anlaşılmıştır. Bu yüzden, modern yıldırımlık çubukları, genellikle yapıların en yüksek yerine yatay olarak yerleştirilmektedir.

Toprak iletkeni: Çatıya döşenmiş yatay çubuk-

Benjamin Franklin'in arkadaşı Jacques Barbeu-Dubourg tarafından yapılmış, taşınabilir yıldırımlık. (solda)

Bir fabrika bacasına yıldırımlık yerleştirilmesi. (sağda)





tan aşağı doğru bir ya da birkaç toprak iletkeni uzatılabilir. Bunlar toprağa en kısa yoldan gitmeli, deşarja yolaçabilecek kıvrımlara yer verilmemelidir. Toprak iletkeninin boyutlarının belirlenmesinde, elektrik akımı taşıma kapasitesinden çok, mekanik ve korozyon konuları göz önüne alınır. Yıldırımın elektrik akımı çok yüksektir, ama süresi kısa olduğundan, ince tellerde bile ortaya çıkardığı ısınma önemsizdir.

Topraklama ve yan yıldırımlar: Yıldırımdan gelen yüksek elektrik akımının toprağa dağıtılmasında, iyi bir topraklama büyük önem taşır. Topraklama sistemi genellikle, toprağa saplanmış bir ya da daha çok sayıda metal çubuktan oluşur. İletkenliği düşük olan topraklarda, toprağa ayrıca yatay çubuklar da gömülebilir. Ancak, elverişli topraklarda bile ek önlemler almak gerekir. Sözgelimi, iletkenliği yüksek bir toprağın 2 m derinliğine saplanmış 2,5 cm çapında bir tek metal çubuk kullanıldığında, toprağın direnci 50 ohm kadar olur. 20 amperlik bir yıldırım akımının geçmesi durumunda, topraklama noktasındaki gerilim farkı, bir milyon voltu bulur ve bu durumda akım, toprak potansiyelinde bulunan yapının içine atlayabilir. Bu olaya, «atlama» adı verilir. Atlama, yapı içinde toprak hattına yakın metal tesisat varsa ve bunlar ayrı topraklanmışsa büyük tehlike oluşturur. Atlamanın önüne geçmenin iki yolu vardır: Toprak hattı gerilimini en aza indirme amacıyla, toprağın direncini olabildiğince azaltmak; toprak hatlarını, yalıtılmış elektrik boruları ya da su boruları gibi bir metal tesisata bağlamak.

YILDIZ DÜŞÜRGECİ

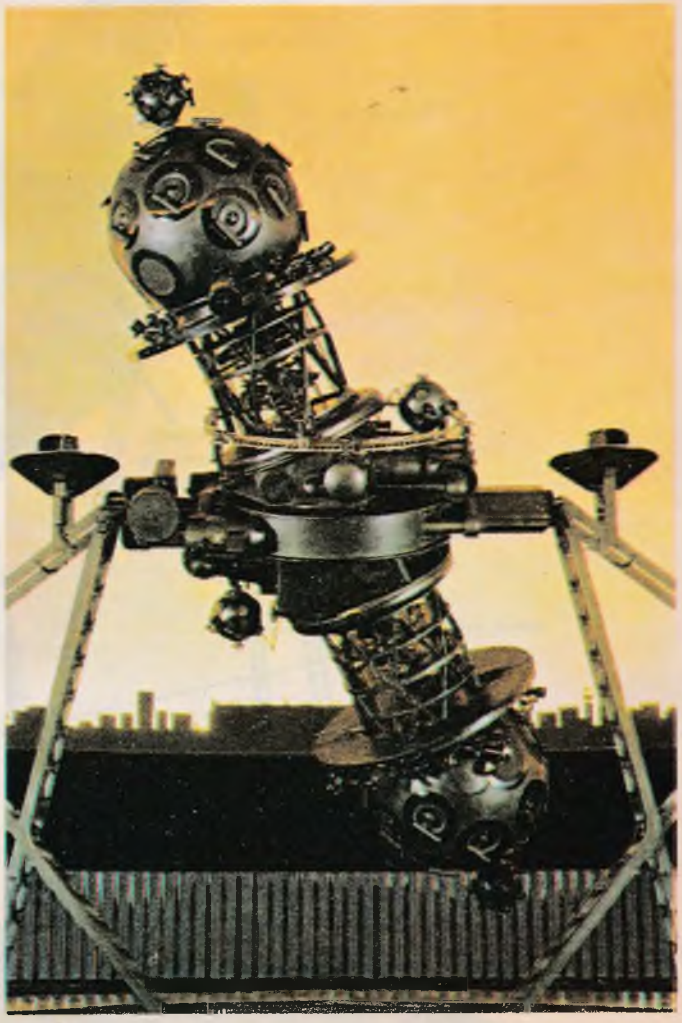
Yıldız düşürgeci, bir yarımkürenin ya da kubbenin iç yüzüne görüntü düşürebilen ve böylece, Dünya'nın herhangi bir noktasında gökyüzünün durumunu inceleme olanağı sağlayan bir aygıttır. Sözgelimi, geride duran yıldızlara göre gökyüzünün günlük hareketi, Ay'ın aylık evreleri, Güneş ve gezegenlerin yıllık hareketleri ve Dünya'nın salınımı gibi olaylar, bu düzenekle incelenebilir. Yıldızlar, Güneş, Ay ve gezegenler için ayrı ayrı düşürgeçler vardır.

Yıldızlar, bir küreye açılmış çok sayıda küçük delikle gösterilebilir. Deliklerin çapı, yıldızın parlaklığıyla orantılıdır. Bunların küre üstündeki yerleri de yıldızların gökyüzündeki görece yerlerine göre ayarlanır. Kürenin merkezine yerleştirilen ışık kaynağı, mercek kullanmayı gerektirmeden keskin görüntü sağlayacak biçimde düzenlenir. Düşürgecin hangi doğrultuyu gösterdiği göz önüne alınmaksızın, yarımküre biçimli bir kapakla, ufuk düzlemi altında kalan yıldızların ışığı kesilir. Böylece, ışık kaynağından yayılan ışınlar, delikleri geçip, bir kubbenin iç yüzeyinde parlak benekler oluştururlar. Büyük yıldızların delikleri geniş olduğundan, benekleri, parlak bir noktadan çok, birer disk biçimindedir. Bu yüzden, büyük yıldızlarda mercekler kullanılarak, görüntüleri, ışık noktasına dönüştürülür. Bu sistem, cıva ksenon ark lambalı Spitz düşürgeçlerinde kullanılır.

Zeiss düşürgecinde değişik bir yöntemden yararlanılır. Bu aygıt halter biçimindedir. Halterin iki ucunda, her biri kendi optik sistemini içeren 16 küçük düşürgeç bulunur. 1 000 watt'lık bir ampul çevresinde toplanmış olan bu düşürgeçler, tümü birlikte, kubbenin iç yüzünde yıldız görüntüleri oluşturabilirler. Her düşürgecin iç yüzünde, gökyüzünün belirli bir konumunda çekilmiş fotoğraf plakaları bulunur. Düşürgeç mercekleri önündeki göz kapağı gibi çalışan mekanik kapaklar, ufuk düzlemi altındaki yıldızların ışığını keserler.

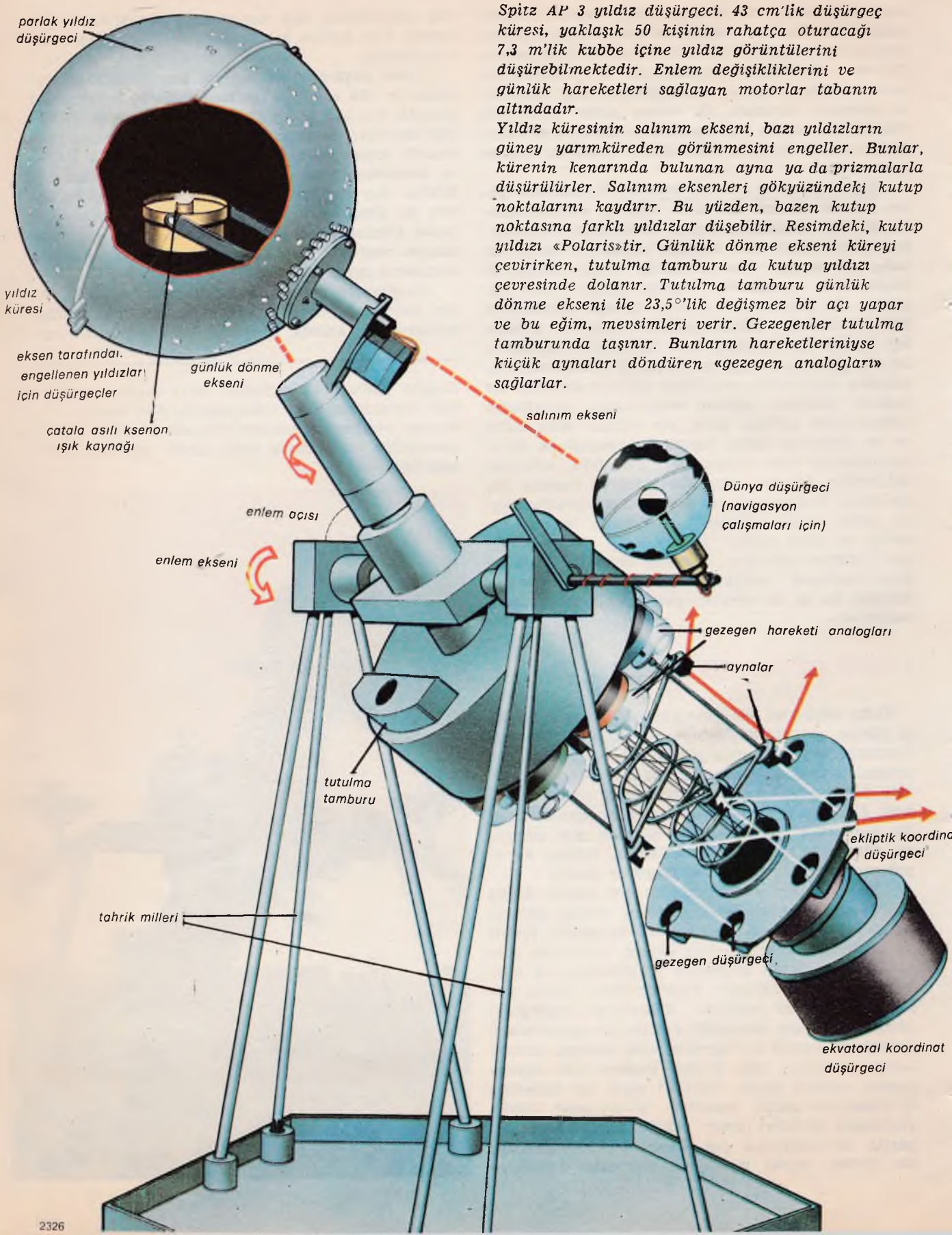
Düşürgeçlerin çoğu, birbirinden bağımsız üç eksen çevresinde hareket edebilirler. Böylece, günün herhangi bir anında, herhangi bir enlemde ve her-

Londra yıldız düşürgecindeki Zeiss aygıtı. (altta) Gök ekvatoruna göre düzenlenmiş olan aygıt, merkez çember çevresinde dönerek günlük hareketleri izler. Yatay eksen farklı enlemlere göre ayarlanabilir.



Spitz AP 3 yıldız düşürgeci. 43 cm'lik düşürgeç küresi, yaklaşık 50 kişinin rahatça oturacağı 7,3 m'lik kubbe içine yıldız görüntülerini düşürebilmektedir. Enlem değişikliklerini ve günlük hareketleri sağlayan motorlar tabanın altındadır.

Yıldız küresinin salınım ekseni, bazı yıldızların güney yarımküreden görünmesini engeller. Bunlar, kürenin kenarında bulunan ayna ya da prizmalarla düşürülürler. Salınım eksenleri gökyüzündeki kutup noktalarını kaydırır. Bu yüzden, bazen kutup noktasına farklı yıldızlar düşebilir. Resimdeki, kutup yıldızı «Polaris»tir. Günlük dönme ekseni küreyi çevirirken, tutulma tamburu da kutup yıldızı çevresinde dolanır. Tutulma tamburu günlük dönme ekseni ile 23,5°'lik değişmez bir açı yapar ve bu eğim, mevsimleri verir. Gezegenler tutulma tamburunda taşınır. Bunların hareketleriniyse küçük aynaları döndüren «gezegen analogları» sağlarlar.



hangi bir zaman aralığında gözlem yapma olanağı sağlanır. Yerin dönme ekseni cayroskop gibi salınma hareketi yaptığından, gözlemlerde bu da ayrıca hesaba katılır.

Gezegenler: Gökyüzünde değişik yörüngelerde ve değişik hızlarda hareket eden Güneş'in, Ay'ın ve gezegenlerin yer değiştirmelerini izlemek için, birbirinden farklı iki yöntem kullanılır. Bir sistemde düşürgeçler hareket ederler; ötekindeyse ışık kaynağından gelen ışınlar, hareketli aynalarla ekrana düşürülürler. Güneş'in ve Ay'ın hareketleri sorun yaratır. Bunların yörüngelerinin yer ekvatoru ile yaptığı açı, silindir biçimli kamalarla sağlanır. Ay düşürgecinde, evreleri belirtmek için, otomatik kapayıcılar bulunur.

Gezegenlerin hareketleri *analog*larıyla yaratılır. Bunlar, Dünya, Güneş ve gezegenlerden birinin mekanik modelleridir. Dünya ve gezegen, gerçek hızlarıyla, aralarındaki uzaklıkla orantılı olarak Güneş çevresinde döndürülürler. Dünya ve gezegen, sürgülü kontaklarla aynı çubuğa bağlanmışlardır. Çubuk, söz konusu gezegenin Dünya'dan görüldüğü doğrultuyu simgeler. Birinci sistemde çubuk, düşürgeci de taşır; ikinci sistemdeyse yalnızca aynaların hareketini denetler.

YILDIZ MOTOR Bk. UÇAK MOTORU

YİYECEKLERİN İŞLENMESİ

Yiyecekler, besin değerini yitirmeden uzun süre saklama amacıyla çeşitli biçimlerde işlenir. Besin endüstrisinde uygulanan yöntemler çok çeşitlidir, ama temel yöntemler birkaç başlık altında toplanabilir.

Pişirme: Pişirme, besinlerin bozulmasına yol açan enzim ve bakterilerin yok edilmesini, bazen de besinlerin daha lezzetli olmasını amaçlayan başlıca ısıl işlemlerden biridir. Pişirmenin etkili olabilmesi için, ısının besinlerin içine işleyecek kadar yüksek olması ve en yüksek pişirme sıcaklığına ulaşma süresinin olabildiğince kısa tutulması gerekir. Enzimler sıcaklıkları yükseldikçe etkinleşir, 70-80° C'taysa yok olmaya başlarlar. 100°C'ta birkaç dakikalık kaynatma, bütün enzimlerin yok olmasını sağlar. Bu nedenle, sıcaklığın hızla yükselmesi enzimlerin etkinleşme süresini kısaltır.

Sıcaklık yeterince yükselinceye kadar, bakteri eylemi de artar. Meyveler gibi asit oranı yüksek yiyeceklerde, sporlar hızla yok olur; ama et ve deniz ürünleri gibi alkali besinlerin, uzun süre pişirilmesi gerekir.

Konserve: Konserve, yiyeceklerin işlenip, hava geçirmez kaplarda uzun süre saklanabilecek hale getirilmesi işlemidir. Bu amaçla uygulanan çeşitli yöntemler vardır (Bk. KONSERVELEME).

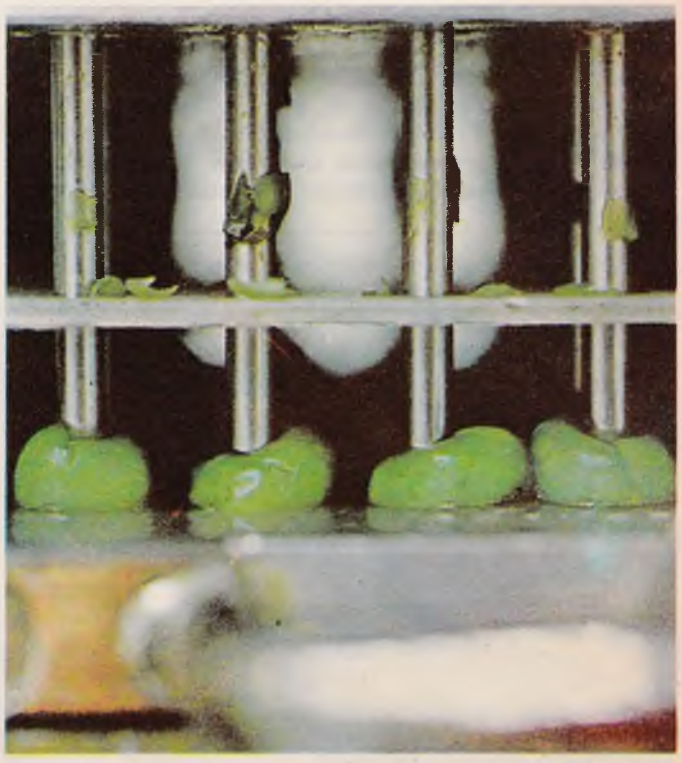
Tuzlama: Tuz, besinleri bozan mikroorganizmaların üremelerini önler. Bu nedenle peynir, zeytin, pastırma, balık gibi çeşitli besinler, tuzlama yöntemiyle saklanabilir.

Sözgelimi balıklar, önce temizlenir, sonra kuru tuz içine sıralanır. Zamanla balıktaki tuz miktarı, toplam ağırlığın % 18'ine ulaşır ve % 80 olan nem oranı % 55'e düşer. Fazla tuz, suyla yıkanıp atılır ve nem oranını % 15'in altına düşürme amacıyla balıklar sıcak hava verilerek kurutulur.

Kurutma: Sebzeler, kurutulmadan önce yıkanır. Sözgelimi, bezelye gibi küçük boyutlular, boylarına göre ayrılır ve pişirme sırasında suyu emmelerini kolaylaştırmak için delinir. 95°C'ta haşlama yoluyla enzimler öldürülür. Renklerinin bozulmaması ve yumuşamaları için bezelyeler karbonat çözeltisine batırılır. Ayrıca, kahverengileşmelerini önleme ve uzun süre dayanmalarını sağlama amacıyla, sulandırılmış sülfitten yararlanılır.

Kurutmanın ilk aşaması, sıcak hava akımının 40°C'tan 55°C'a yükseltildiği, 7 kurutma kanalından oluşan bir dizide gerçekleştirilir. Bezelye yüzeyinin çok çabuk nem yitirmesi ve aşırı ısının, şekeri yüzeye çıkarıp yapışkan bir tabaka oluşturması nedeniyle, ilk kanalda sıcaklık düşük tutulur. Daha sonraki aşamalarda daha yüksek sıcaklık gereklidir; çünkü bezelye içindeki nem daha zor kurur. Son kanalda nem, % 80'den % 50'ye düşer.

Kurutmanın ikinci aşamasında, nem % 20'ye düşürülür, ama kuruma hızı çok düşük olduğundan



Metal çubukların batması için gereken kuvveti ölçerek bezelyelerin olgunluğunu belirleyen bir makina. (üstte)

bunda kurutma kanalı tekniğinden yararlanılmaz ve iyice kurumanın sağlanması için, hava akımı hızı azaltılır. Son aşama, bezelyelerin 16 saat kadar kurutma kutularında tutulmasıdır. Böylece, nem oranı % 5'e düşer ve bezelyeler paketlenmeye hazır hale gelir.

Dondurarak kurutmada yiyecekler —18°C'ta dondurulur ve havası boşaltılarak basıncı 0,0025 bar'ın altına düşürülmüş bir odaya konur. Bu koşullar altında buz doğrudan su buharına dönüşür ve kurutma sıcaklığı düşük olduğu için besin pek zarar görmez. Bu yöntemle işlenmiş yiyecek maddeleri taze haldekinden pek farklı değildir. Ne var ki, söz konusu yöntem çok pahalı olduğu için, yalnızca karides gibi değerli besinlere uygulanır.

Dondurma: Dondurulmuş besin üretimi, birçok ülkede önemli bir endüstri dalı haline gelmiştir. Aşağı yukarı her tür sebze, et ürünleri ve hazır yemek dondurulabilmektedir. Tipik bir örnek, dondurulmuş kızarmış patatestir. Patatesler önce filizlenmelerini engelleyen bir süreçten geçirilir, sonra büyüklüklerine göre ayrılır. Ardından, 70°C'ta haşlanarak, enzim etkinliği önlenir. Haşlama sırasında yumuşayan kabukları, buhara tutularak soyulur. Soyulan patatesler, renklerinin bozulmaması için kimyasal maddelerle işlemden geçirilir, doğranır ve kurutulur. Kuru dilimler, yağda kızartıldıktan sonra bir bant üstüne alınır ve yukardan püskürtülen soğuk havayla dondurulur. 20 dakika sonra, patateslerin iç sıcaklığı —18°C'a düşer.

Işınımlama: Besinlerdeki mikroorganizmalar ve enzimler, kobalt 60 gibi radyoaktif izotoplardan verilen gama ışınlarıyla da yok edilebilirler. Ancak, bu ışınların yüksek dozda kullanılması, yiyeceklerde, hoşa gitmeyen tatlar oluşturan ve vitaminler ile proteinlerin aminoasitlerini yok ederek besin değerini azaltan kimyasal tepkimeler başlatır.

Işınımlama derecesi *megarad* birimiyle ölçülür. 1 megarad, her gram besinin soğurduğu 100 milyon erg'lik enerjiye eşittir. 4,0 megaradlık bir doz, *Clostridium botulinum* sporlarını yok etmek için gereklidir; ama et proteiniyle yapılan deneyler, 5,6 megaradlık enerjinin aminoasitleri % 25 oranından fazla ortadan kaldırdığını göstermiştir. 3 megaradlık bir düzey bile, etteki B_1 vitamininin % 63'ünü yok etmektedir.

Pastörizasyon: Pastörizasyon, 100°C'ın altındaki sıcaklıklarda ısı uygulamasıdır. Hastalık yapan organizmaları yok etmekle birlikte, mikro-biyolojik bozulmaya karşı kesin bir korunma sağlamaz. Sütün pastörize edilmesi, en yaygın uygulamadır. Öte yandan, sirke gibi asitli bir ürün bile, «*asetobakter*» adlı, bulanıklığa yolaçan bozucu organizmalara karşı korunmayı gerektirir.

Püskürtmeli kurutucunun içi. (üstte) Süt ya da kahve gibi bir sıvı, santrifüjlü atomizerle püskürtülür. Sıcak havayla karşılaşan su buharlaşarak, geriye, dibe dökülen kuru taneler bırakır.

Dilimlenmiş salam paketleyen makina. (altta)

Bazı turunçgil ürünlerinin sularında görülen bulanıklığa, meyvelerin içinde doğal olarak bulunan ve meyve suyunun akışkanlığını korumasına yarayan *pektin* neden olur. Meyvenin doğal pektin yıkıcı enzimleri yok edilmezse, bunlar, pektini bozar. Bu yüzden, portakal suyu gibi ürünlerin, otuz saniye 90°C'ta tutma yoluyla pastörize edilerek, içlerindeki pektin yıkıcı enzimlerin yok edilmesi gerekir.

Şekerlemek: Şekerin koruyucu olarak kullanıldığı en önemli dal, reçel yapımıdır. Meyveler, şeker içerikleri % 65-70'e ulaşıncaya kadar şekerle kaynatılır. Şeker derişikliğinin yüksek olması, mikroorganizma hücrelerinde bulunan suyun yok olmasını sağlayan geçişme basıncı *(osmoz basıncı)* yaratır.

Geleneksel reçel yapımında, meyveler, şekerle (sakaroz) atmosfer basıncı altında, buharla ısıtılan kazanlarda kaynatılır. Kaynama sırasında sakarozun bir bölümü, glikoz ve früktoza dönüşür. Reçellerde ortalama % 30-40 oranında sakarozun dönüştürülerek, şeker derişikliğinin % 65-70 olması sağlanmalıdır. Tersi, reçelde şeker billurlarının oluşmasına neden olabilir. Kaynatma süresi, şeker içeriği göz önünde bulundurularak saptanır.

Reçeller, tatlarını ve kokularını yitirmemeleri için, vakum altında da (60°C'ta) kaynatılabilirler. Uygulanan sıcaklık düşük olduğu için, daha az sakaroz, glikoz ve früktoza dönüşür. Bu yüzden, reçele, önceden dönüştürülmüş sakaroz ya da glikoz eklenir. Ayrıca, reçelin pelteleşmemesi için pektin de katılır.

Yüksek sıcaklık uygulama işlemi: Geleneksel sterilizasyonda (mikroptan arındırma), besin, bir teneke kutu ya da şişe içinde en düşük sıcaklıkta, bütün mikroorganizmalar ölünceye kadar ısıtılır. Bu yöntem, kabın altında bulunan bölümün daha fazla pişmesine ve ısıya dayanıksız vitaminlerin büyük ölçüde ölmesine yolaçar. Sözgelimi sütte % 20 oranında B_1 vitamini, % 60 oranında da C vitamini yitimi olur.

Modern gelişmeler, yüksek sıcaklık uygulamasıyla kısa zamanda yapılan sterilizasyonun, ısının zararlarını azalttığını göstermiştir. Yüksek sıcaklık uygulamasıyla sterilize edilen sütte, B_1 vitamini yitimi % 10'a, C vitamini yitimi de % 20'ye düşer. Daha ağdalı sıvılar, içinde dakikada 1 000 dönüş yapan bir döner çark bulunan ısıtma tüpünde sterilize edilir. Çorbalar ve bebek mamaları gibi az asitli besinler, sekiz saniye süreyle 140°C'ta tutulup, 32°C'a soğutulur ve buharla sterilize edilmiş kutulara doldurulur. Asitli besinlerse, aynı aygıtla 105°C'ta sterilize edilebilir.

YİYECEK, SENTETİK

Bazı besin maddelerine «sentetik yiyecek» adı verilmesine karşılık, günümüzün bütün yapay yiyecekleri gerçekte doğal maddelerden elde edilmektedir. Sözgelimi «yapay et», soya fasulyesi gibi yüzyıllardan bu yana yenmekte olan maddelerden yapılmaktadır. Tek fark, bu maddelere, yeni bir işlemle değişik bir yapı kazandırılmasıdır.

Yapay et: Ete benzeyen, et gibi lifli olan bu ürünler, yapay ya da sentetik değildirler; bitki proteinlerinden (genellikle, soya fasulyesi, buğday proteini ya da her ikisinden) yapılmışlardır. Dolayısıyle, bunlara verilebilecek en uygun ad, *«dokulaştırılmış bitki proteini»* ürünleridir. Bitki proteini, ete benzemesi için, iki yöntemden biriyle işlenir: Yalın yöntem; eğirme yöntemi.

Bir tür enjeksiyon işlemi olan yalın yöntemde, hammadde olarak yağı alınmış soya fasulyesi unu kullanılır. Buna, buğday proteini (glüten), yumurta proteini gibi bir bağlayıcı (albümin), kazein (süt proteini), tat vericiler, tuz, baharat ve renk verici maddeler eklenir. Bu hamur daha sonra enjeksiyon makinasına verilir ve bir burgu tarafından silindir boyunca itilir. Silindir, çevresinde dolaştırılan buhar ve sıcak suyla ısıtılır. Isı ve basınç, küre biçimli protein moleküllerini, protein zincirleri haline getirir. Hamur memeden dışarı zorlandığında, protein zincirleri kabaca paralel olacak biçimde dizilir. Memeden çıkıp normal atmosfer basıncına giren hamur, apansız 70 barlık basınç düşmesiyle karşılaşır. Basınç düşmesi, hamur içindeki suyun kaynayıp bu-

Dokulaştırılmış bitki proteini parçaları. Resimde, lifli et yapısı açıkça görülmektedir. Dokulaştırılmış bitki proteini ürünlerine, genellikle tat ve renk verici maddeler eklenir.

harlaşmasına neden olur. Su kabarcıkları çıkarken, hamurun hem kabarmasını, hem de kurumasını sağlarlar. Suyu giderilmiş hamur, ya küçük parçalar halinde kesilir ya da öğütülür.

«Eğirme» adı verilen ikinci yöntem, reyon gibi sentetik LİF üretiminde kullanılan tekniğe dayanır ve çok daha karmaşıktır. Başlangıç maddesi, arı bitki proteinidir. Protein özenle çıkarılır ve moleküllerinin zincirler haline getirilmesini sağlayan çok yüksek alkali ortamında (genellikle sodyum hidroksit-kostik soda) ağdalı bir çözelti haline sokulur. Sonra bu çözelti, paslanmaz çelik ızgaradaki 0,050-0,15 mm çapında çok ince deliklerden geçirilir. Protein, ince iplikler halinde asetik asit (sirkede bulunan) ve sodyum klorür (tuz) içeren pıhtılaşma banyosuna girer. Söz konusu banyo, lifleri pekiştirir ve sodyum hidroksiti nötr hale getirir. Izgarada paralel biçimde sıraya dizilmiş olan protein molekülleri, liflerin bobinlerde gerilmesiyle güçlendirilir. Germeyle, etin «yumuşaklık» derecesi de denetlenir. Lifler demetler halinde toplanır ve yıkanıp, hayvan yağı gibi tat verici maddeler ile karamel gibi renk verici maddeler içeren banyodan geçirilir. Demetler çeşitli biçimlerde kesilip kurutulur.

«Enjeksiyon» ya da «eğirme» yöntemiyle üretilmiş bitki proteinleri, kaynar suya atılarak, çeşitli yemeklerde et yerine kullanılabilir. Bunlar, vitaminler, mineraller ve aminoasitler gibi maddelerle zenginleştirildiğinden, etle aşağı yukarı aynı besleyici değerdedirler.

Mikroorganizmalardan protein: Maya, insanlar tarafından, ekmekte ve başka yiyeceklerde binlerce yıl kullanılmış ve İkinci Dünya savaşı sırasında protein kaynağı olarak «olduğu gibi» yenmiştir. Bir mikroorganizma ve *tek hücre proteini* kaynağı olan maya, büyük kazanlarda, petrol artığı üstünde üretilip yıkanır. Bu durumda, yani başka bir işlemden geçirilmeden, hayvan yemi olarak kullanılabilir. Zengin bir protein kaynağı olan mayanın, zamanla, insan besini olarak da kullanılacağı sanılmaktadır.

Tarım artıkları üstünde mantar yetiştirme de bir başka yöntemdir. Mantar toplanır, yıkanır, kurutulur ve toz halinde öğütülür. Sonra, yeniden su verilerek, dokulaştırılmış bitki proteinleri gibi et yerini tutan yiyecekler haline sokulur.

Sentetik katkı maddeleri: Yiyeceklere eklenen gerçek sentetik maddeler de vardır ve çok az miktarlarda kullanılmalarına karşılık, etkileri büyüktür.

Bunlara bir örnek olarak, yapay tatlandırıcıları gösterebiliriz. Besleyici olmayan bu maddeler, bedenden, herhangi bir değişikliğe uğramadan geçer ve sindirilmezler. *Sakarin* en önemli yapay tatlandırıcıdır ve yıllardır şeker yerine kullanılmıştır. Şekerden birkaç kat daha tatlı olduğu için, küçük miktarları yeterli olur.

Tatlılar, dondurmalar, bisküviler gibi yiyeceklere, değişik koku ve tat verecek maddeler de eklemek gerekir. Bunlar genellikle, limon yağı ve vanilya gibi, bitkilerden çıkarılan doğal esanslar ya da özlerdir. Ancak bu doğal maddelere, pişirilmeye dayanıklı hale getirilmeleri için, doğada bulunabilen, ama genellikle laboratuvarlarda hazırlanan kimyasal maddeler eklenir. Söz konusu kimyasal maddeler özenle arıtılır ve denendikten sonra yiyeceğe pek az miktarda (milyonda birkaç parça) karıştırılırlar.

Vitaminler: Bazen yiyeceklere, besleyici değerlerini artırmak için vitaminler de eklenir. Sözgelimi, margarine A ve D vitaminleri katılır. Kullanılan vitaminler genellikle sentetiktir, ama kimyasal bakımdan, doğada bulunanlarla aynı özellikleri taşırlar.

Soya fasulyesinden elde edilen bitki proteininden yapılmış yapay tavuk. (altta) Çiğ protein lifleri, resmin sol alt köşesinde görülmektedir.

YOĞUN HAYVANCILIK

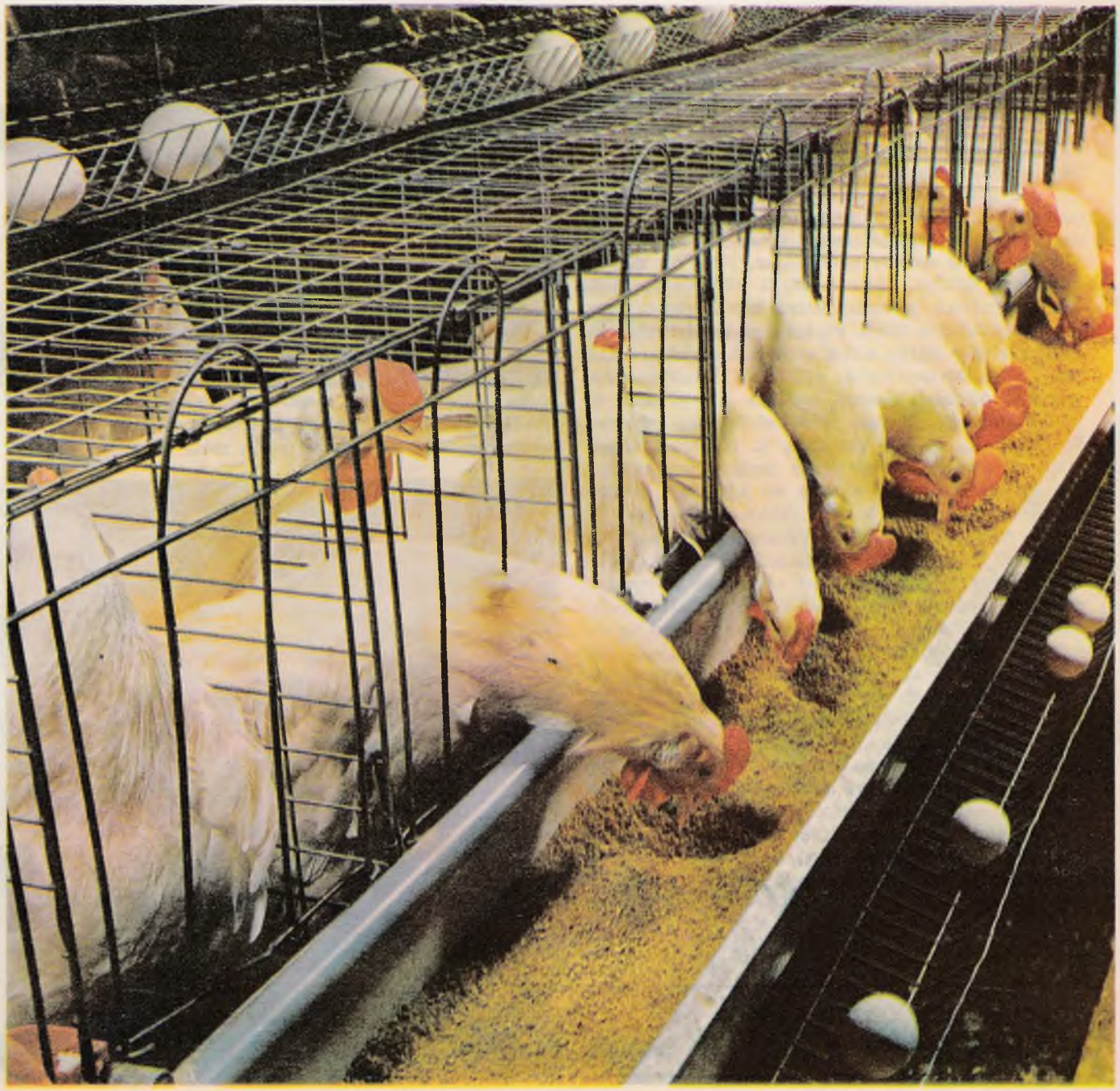
Hayvancılıkta yoğun sistem, eldeki toprağa göre beslenen hayvan sayısını çoğaltma, bakım için gerekli el emeğini azaltma ve tek tek hayvanların verimini yükseltme yoluyla et, yumurta ve süt üretimini artırır. Ne var ki, hayvan sayısının artması, çeşitli sorunlar yaratır. Hayvanlar, otlama ya da yiyeceğini toplama yoluyla kendi kendilerini besleyemez duruma geleceklerinden, pahalı ek besin maddelerine ya da yapay besin maddelerine gereksinme duyulur. Hastalık da önemli bir sorun haline

gelebilir. Genellikle besleme sisteminin ve barındırma yöntemlerinin, hastalık olasılığını en aza indirecek biçimde ayarlanması gerekir.

Yoğun hayvancılıkta, yumurta ve süt veren hayvanlar ya da etinden yararlanma amacıyla beslenen hayvanlar, damızlıklardan bütünüyle ayrı tutulur. Damızlıklar, olabildiğince çok sayıda ve hızla büyüyen yavru verecek biçimde çiftleştirilir. Verimi artırmak için, hayvanların, tükettikleri her besin birimine karşılık, en çok kiloyu almaları amaçlanır.

Büyüme hızı erişkinliğe yaklaştıkça yavaşladığından, hayvanlar, genellikle gençken kesilir. Eriskin çağa gelinceye kadar hayvanın büyümesini beklemek, aşırı miktarda besin maddesi tüketimine yolaçar ve bu besin gideri, elde edilecek verimi karşılamaz. Sözgelimi, kesimlik pilicin ağırlığı, 7 haftalıkken 2 kiloyu bulur. Bu, yediği her 1 kg besine karşılık, ağırlığının 450 gram arttığını gösterir. Oysa daha büyümesi beklenirse, ağırlığının yarım kilo artması için 1,4 kg ya da daha çok besin tüketmesi gerekecektir.

Yumurta tavukları son derece düzenli koşullar altında yaşar. (altta) Genellikle bir yıldan kısa bir süre yumurtladıktan sonra, kesime gönderilirler.



Hızlı büyüyen hayvanlarda beslenme gereksinmeleri hayvan büyüdükçe değiştiğinden, besin maddelerinin çok sıkı bir denetim altında tutulması önemlidir. Büyüme hızı, hayvanlar için kullanılan antibiyotikler gibi büyümeyi çabuklaştıran maddelerin besine katılmasıyla artırılabilir. Yumurta ve süt verimi de, tüketilen besin maddesi miktarına göre ölçülür.

Yoğun hayvancılık sistemlerinde, hayvanlar, çeşitli bakımlardan denetlenen barınaklarda tutulurlar. Otomatik sistemlerle temizlenen dışkı, kurutmak, yakmak ya da gübre olarak kullanmak için belirli yerlerde toplanır.

Tavukçuluk endüstrisinde otomatikleşme, yumurtaların toplanmasını, hayvanların kesilmesini, yolunmasını ve temizlenmesini de içerir.

Yoğun hayvancılık, çeşitli biçimlerde uygulanabilir. Ama biz burada en yaygın yöntemlere değineceğiz.

Et tavuğu: Yoğun hayvancılığın en verimli ve ileri biçimi, et tavuğu üretimidir. Bir günlük civcivler, çok geniş, havalandırması, ısıtılması ve aydınlatılması denetim altında tutulan kümeslerde yetiştirilir. Yem, genellikle otomatik bant sistemiyle verilir. Su da, bu sisteme pompalanır. Tipik bir modern et tavuğu çiftliği, her biri büyük kümeslerde 15 000 piliç barındıran, birbirine bitişik birkaç yapıdan oluşur. Bu piliçlerin tümü, kuluçka makinalarından bir günlük civciv olarak alınır ve bazı hastalıklara karşı aşılanır. Makinalaşma, çiftlikteki tavukların bakımının, büyüme dönemi boyunca bir yönetici ile iki yardımcı tarafından yürütülebilmesini sağlamıştır. Hastalığı önleme amacıyla et tavukları, genellikle, yaşadıkları sürece ilaçlı besinle beslenirler.

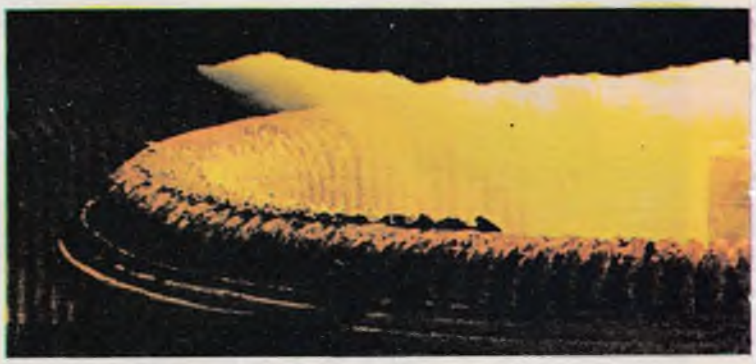
Yumurta tavuğu: Avrupa ve A.B.D'nde üretilen yumurtaların çoğu, bu tür çiftliklerde beslenen damızlık tavuklardan alınır. Yumurtlamaya başlayan tavuklar, üçer üçer ya da altışar altışar kafeslere konur, bant ya da döner oluk sistemiyle beslenirler: suları da emzikli bir sistemle verilir. Dışkılar, kafesin dibindeki tellerin arasından aşağı düşüp ya bir çukurda toplanır ya da gene bir bantla dışarı atılır. Yumurtalar, kafesin önündeki bir aralıktan dışarı yuvarlanır, ya elle ya da bantla toplanır. Işık, tavukların yumurtlamasında rol oynayan hormon üretimini etkilediği için, ışıklandırma sistemi büyük önem taşır. Kafes tabanlarının telden yapılması, yumurtaların mikroplanma tehlikesini en aza indirir. Yumurta tavuklarının yemine ilaç koymak doğru olmaz; çünkü ilaç, yumurtalarda toplanabilir. Hastalık tehlikesi, tavukları, dışkılarından geçebilecek mikroplardan olabildiğince uzak tutma yoluyla en aza indirilir.

YOĞUNLUK Bk. ÖZGÜL AĞIRLIK VE BUHAR YOĞUNLUĞU

YÜKSELTGENME VE İNDİRGENME

Yükseltgenme (oksidasyon ya da oksitlenme) ve indirgenme (redüksiyon), belirli kimyasal tepkimeleri anlatan terimlerdir. Atomun elektron yapısının ve kimyasal tepkimelerde ortaya çıkan değişikliklerin anlaşılmasıyla, bu terimlerin anlamı da değişmiştir. Eskiden yükseltgenme bir kimyasal ELEMENT'in OKSİJEN'le birleşip bir oksit oluşturması, indirgenme de bir bileşiğin içerdiği oksijenin bir bölümünün ya da tümünün uzaklaştırılması anlamına gelirdi. Bazı önemli kimyasal süreçler, günümüzde de bu tanımla açıklanabilir.

Yanma, en çok raslanan kimyasal tepkimedir. Bilinen yakıtların çoğu (petrol, gaz, kömür, odun),



Çelik fırınına oksijen verilir. Karbon, silis ve fosforu yükseltgeyerek uzaklaştırır. Bu işlem sırasında çok miktarda ısı açığa çıkar. (üstte)

karbon içeren karmaşık bileşiklerdir. Yanma sırasında bu bileşik, havadaki oksijenle tepkimeye girip, oksitler, karbon monoksit ve karbon dioksit oluşturur. Bu nedenle, bunlar,oksitlenme süreci olarak tanımlanabilir. Yanma yalnızca karbonlu yakıtlarla ortaya çıkmaz. Birçok metal, havada ısıtılınca, havanın oksijeniyle birleşerek oksit verir. Sözgelimi, akkor halde arı bakır, siyah bakır okside dönüşür.

$$2\,Cu + O_2 \longrightarrow 2\,CuO$$

bakır + oksijen → bakır oksit

Bu örneğe benzeyen en bilinen indirgenme tepkimesi, demir filizinin arıtılmasıdır. Söz konusu işlem ayrıca, dört bin yıldır uygulanmakta olan en eski endüstri yöntemlerinden biridir. Demir yerkabuğunda şu biçimlerde bulunur: *Limonit; hematit; magnetit*. Bunlar, demirin oksitleridir. Eskiden metal, demir filizi ve odun kömürü karışımını çok yüksek sıcaklığa ısıtarak, karışımdan hava geçirme yoluyla elde edilirdi. Demir filizi erimiş metale dönüşür ve soğuduktan sonra odun kömürü külünden ayrılırdı. XVIII. yüzyılda odun kömürü yerine kokun kullanılmaya başlamasıyla yüksek fırın geliştirildi. Yüksek fırında oluşan ana tepkime, demir oksidin (Fe_2O_3) karbon monoksitle indirgenmesidir. Karbon monoksit karbon dioksite yükseltgenir. Genelde, iki süreci de içeren herhangi bir tepkimede, yükseltgenme ve indirgenme aynı zamanda ve eşdeğer miktarlarda oluşur.

Yükseltgenmenin en iyi bilinen örneklerinden biri, korozyondur. Resimde (altta), çelik yapımında kullanılacak paslanmış demirler görülmektedir.

$$Fe_2O_3 + 3CO \longrightarrow 2Fe + 3CO_2$$

demir oksit + karbon monoksit → demir + karbon dioksit

Oksijen hidrojenle kolayca tepkimeye girip su verdiği için, hidrojen, oksijenin kimyasal karşıtı sayılabilir. Yükseltgenme kavramı, bir bileşikten hidrojen çıkmasını, indirgenmeyse bileşiğin hidrojen kazanmasını gösterir. Sözgelimi, hidrojen sülfür (H_2S) ve klorun (Cl_2), hidrojen klorür (HCl) ve kükürt (S) veren tepkimesinde, hidrojen sülfür yükseltgenir, klor indirgenir.

$$H_2S + Cl_2 \longrightarrow 2HCl + S$$

hidrojen sülfür + klor → hidrojen klorür + kükürt

Elektron kuramı: Başka elementlerle birleşen oksijen,bir ELEKTRON alıcısı özelliği gösterir, yani birleştiği elementten elektron kazanır. Yükseltgenme, elektron yitimi içerir. Bu yüzden, yükseltgenme kavramı, oksijenin bulunup bulunmaması göz önüne alınmaksızın, elektron yitiminin söz konusu olduğu bütün süreçleri kapsayacak biçimde genişletilmiştir. Magnezyumun klorla tepkimesinde, magnezyum, magnezyum klorüre yükseltgenir. Yüksüz magnezyum atomu, artı yüklü magnezyum iyonuna (Mg^{++}) dönüşür.

$$Mg + Cl_2 \longrightarrow MgCl_2$$

magnezyum + klor → magnezyum klorür

Demir klorürün, klorla tepkimesinde iki artı yüklü demir iyonu (Fe^{++}), üç artı yüklü demire (Fe^{+++}) yükseltgenir.

$$2\,FeCl_2 + Cl_2 \longrightarrow 2\,FeCl_3$$

ferro klorür + klor → ferri klorür

Bir oksitten oksijen çıktığında oluşan element, elektron kazanır. Sözgelimi, bakır oksidin hidrojenle indirgenmesinde, artı yüklü bakır iyonu (CU^{++}), yüksüz bakır atomuna (Cu) indirgenir. Burada *indirgenme, elektron kazanılmasıyla* ve *elektronegatifliğin* artmasıyla eşanlamlıdır. Gerçekte, genelleştirilmiş indirgenme kavramı, elektronegatif nitelikte

bir net artışın olduğu bütün tepkimeleri kapsar. Bir ferri klorür çözeltisi hidrojen sülfürle tepkimeye girip, demir klorür, hidrojen klorür ve kükürt verir.

$$2\,FeCl_3 + H_2S \longrightarrow 2\,FeCl_2 + HCl + S$$

ferri klorür — hidrojen sülfür — ferro klorür — hidrojen klorür — kükürt

+ 3 yüklü demir iyonu, + 2 yüklü demir (ferro) iyonuna indirgenir.

Yükseltgenme ve indirgenme tepkimeleri: Yükseltgenme ve indirgenmenin geniş kapsamlı tanımları, bazı önemli endüstri süreçlerinden ve doğal süreçlerden oluşan bir dizi kimyasal tepkimeyi içine alır. Bütün elektroliz süreçleri, yükseltgenme ve indirgenme tepkimeleri olarak yorumlanabilir. ELEKTROLİZ'de *katyon* (artı yüklü elektrolitik tanecik), katotta elektron alır ve bu nedenle süreç, «indirgenme» diye tanımlanabilir. Öte yandan, anotta *anyon* (eksi yüklü elektrolitik tanecik) elektron verir. Bu olay da «yükseltgenme» diye tanımlanır. Sodyum klorürün elektrolizinde, klorür iyonları (Cl^-), anotta yükseltgenip klor verir. Sodyum iyonları (Na^+) katotta sodyum elementine indirgenir.

Bir yükseltgenme tepkimesi olarak sınıflandırılabilen başka bir süreç de, metallerin aşınmasıdır (korozyon). Demirin paslanması, oksitlenmenin (ya da yükseltgenmenin) en iyi bilinen örneğidir. Gerçekten birçok demir ve çelik parça, sonunda pas tarafından yok edilir. Paslanmanın olabilmesi için, bazı koşullar gereklidir: Nem; oksijen; metalde *elektropozitif* bir alan (bir yabancı madde ya da yüzeydeki bir çatlak ve çizik nedeniyle oluşur).

Bazı fizyolojik süreçler de yükseltgenme ve indirgenmeyle açıklanabilir. Sözgelimi, insan bedeninde yiyeceklerden ısı ve enerji elde edilmesi, bir yükseltgenme tepkimesidir. Sindirim, yiyecekleri, kan tarafından soğurulabilecek hale getirir. Kan akciğerlerden geçerken, kandaki hemoglobinle birleşen oksijeni alır. Bu oksijen, yiyecekleri yükseltgeyip, karbon dioksit ve su verir.

YÜKSELTİCİ

Zayıf bir sinyalin kuvvetini artıran aygıta «yükseltici» (amplifikatör) denir. En önemli yükseltici tipi elektronik yükselticidir. Elektronik yükselticiler, RADYO ve TELEVİZYON alıcıları, TEYP, PİKAP, Hİ-Fİ SİSTEMLER, RADAR, analog BİLGİSAYARLAR, SERVOMEKANİZMA'lar, vb. aygıtların tümünde yeralırlar. Değişik yollarla yükseltme işlemi yapan başka yükselticiler de vardır. Sözgelimi PANTOGRAF şekilleri büyütür, hidrolik yükselticiler araçların HAVALI FRENLER sisteminde kullanılır, gramofon boruları ses yükselticileridir. Ayrıca, akışkan yükselticiler FLÜDİK'te, magnetik yükselticiler de tiyatro ışıklarının azaltılıp çoğaltılmasında ve bilgisayarlarda kullanılır.

Biçim ve kazanç (yükseltme derecesi) açısından çok değişik olabilen elektronik yükselticilerin çalışma ilkesi birbirine benzer. *Kazanç*, gerilim, akım ya da güçle orantılı artma miktarıyla ölçülebilir. Yükseltmenin gerçekleştirildiği bölüm, ya bir termoiyonik VALF ya da bir TRANSİSTÖR'dür. Aşağı yukarı bütün elektronik yükselticilerde bunlardan bulunur. Ayrıca, DİRENÇ öğeleri, KONDANSATÖR'ler, POTANSİYOMETRE'ler de, akım geçişini denetlemek için yükseltici devrelerinde yeralırlar.

Vakum tüpleri ve transistörler, aynı işlevi yerine getirmelerine karşılık, farklı ilkelere göre çalışırlar. Bunlar temelde, değişken bir devre kesici gibi çalışırlar; yani aygıtın bir bölümünde dolaşan zayıf bir sinyalin, ayrı bir bölümde dolaşan kuvvetli akımı denetlemesini sağlarlar. Küçük akım dolaşırken, ayrı bir güç kaynağından beslenen kuvvetli akım da ikinci bir devrede dolaşır. Zayıf akımın geçişi durduğunda, büyük akımınki de durur.

Zayıf akımın kuvvetli akıma oranı değişmez (lineer yükselticide durum böyledir). Zayıf akım modüle edilirse, sözgelimi bir teyp, radyo ya da başka bir kaynaktan bunun üstüne bir ek sinyal bindirilirse, ikinci devredeki şiddetli akım da aynı biçimde değişir. Yüksek akım sonradan hoparlöre gönderilir ve ses elde edilir.

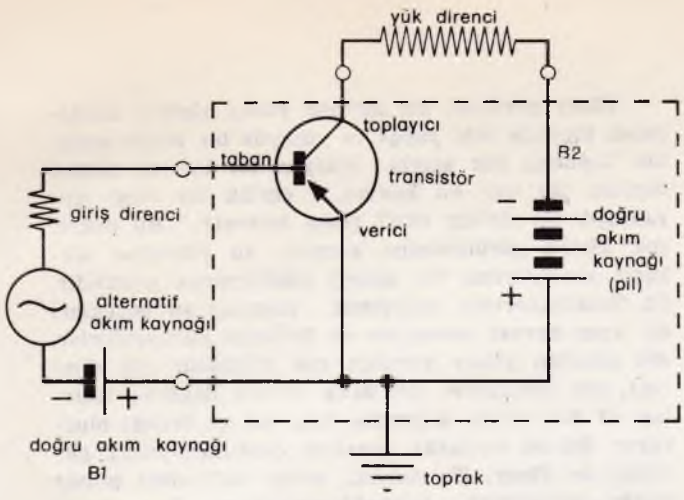
Transistörler söz konusu olduğunda, küçük akım, «verici» ve «taban» diye adlandırılan iki uç arasına uygulanır. Kuvvetli akım da, taban ile toplayıcı arasında dolaşır. Dolayısıyle transistörlerde üç uç bulunur. Toplayıcı, verici ve taban, termoiyonik valflarda sırasıyla, katot, anot ve ızgara öğelerini karşılar. Bunların, adlarının ve ilkelerinin farklı olmasına karşılık, işlevleri aynıdır.

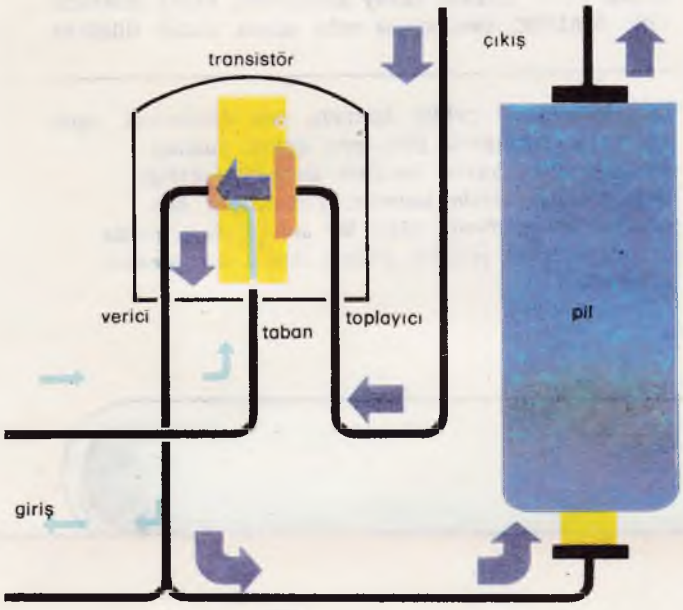
Uygulamada yükselticiler: Yukarda tanımlanan yalın yükseltici, uygulamada genellikle yeterli kazanç veremez. Gerilimi, 30 kez artırabilir, ama sıradan bir hi-fi sistemde gerilimin 100 000 kez artırılması gerekebilir.

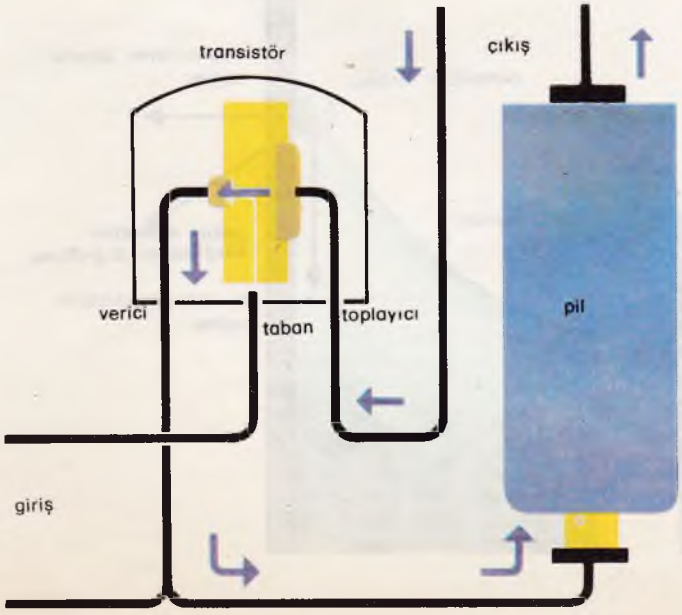
Bu çapta bir kazanç elde etmek için yükselticiler, birkaç kademeden oluşturulurlar. Birinci kademenin çıkışı, ikinci kademenin girişine, onun çıkışı

Yalın bir yükseltici devresinin çizimi. (sağda üstte) Yükseltilecek sinyal, soldan gelip taban-verici devresine beslenir. Yükseltilmiş sinyal gerilimiyse, çizimin sağ üst kesiminde görülen yük direnci üstünde oluşur. Transistörlerin doğru çalışması için gerekli doğru akımı B_1 ve B_2 üreteçleri verir. B_1 üreteci ayrıca, yük direnci üstünde yükseltilmiş gerilimin oluşmasını da sağlamaktadır.

Sağda ortadaki ve alttaki çizimlerde, üstteki devrenin çalışması açıklanmıştır. Transistörün taban-verici devresine giden akım büyük olduğu zaman, buna uygun olarak, toplayıcı-verici akımı da büyüktür. Bu akım küçük olduğunda, toplayıcı-verici akımı da küçülür. Sinyal girişi taban-verici devresine, çıkışıysa toplayıcı-verici devresine bağlanır.







üçüncünün girişine, vb. beslenir ve bu bağlantı, istenen kazanç elde edilene kadar sürdürülür.

Bir hi-fi yükselticisi genellikle iki kademeden oluşur. Birinci kademe ön yükselticidir. Ön yükseltici, radyo, teyp gibi aygıtlardan gelen sinyali, işlenebilir düzeye eriştirmek için, değişmez bir kazançla yükseltir. Ardından ikinci kademe ya da ana yükseltici, hoparlörü çalıştıracak kadar büyük bir güç yükselmesi sağlar. Bu kademede ayrıca, son kazancı denetlemeye yarayan bir ses ayar denetimi bulunur.

Yükselticiler genellikle, gerekenden çok daha fazla kazanç sağlayacak biçimde düzenlenirler. Eksi GERİ BESLEME kullanılarak, bu yüksek kazanç, ters kutuplamayla yeniden girişe verilir. Böylece, eksi geri besleme miktarı değiştirilerek, ses denetimi sağlanır. Daha da önemlisi, ses bozulmadan azaltılır ve güç kaynağında ya da öteki bileşenlerde oluşacak gerilim değişikliği, kazancı pek etkileyemez.

Artı geri besleme uygulansaydı, istenmeyen salınımlar oluşur ve hoparlörlerden boğuk sesler duyulurdu. Bunun nedeni, çıkışın girişi yeniden yükselterek denetlenemeyecek bir düzeye çıkartmasıdır.

Lineer yükselticinin niteliği, giriş sinyalini aynen, yani biçimini değiştirmeden yükseltebilmesiyle ölçülür. Ancak, öteki fiziksel sistemler gibi, yükselticiler de, ideal koşullarda çalışmazlar. Sözgelimi, bir müzik aygıtının seslerini hiç bozmadan yineleyen bir yükselticinin, bütün frekanslara eşit olarak yanıt verebilmesi gerekir. Uygulamada bu, bir hi-fi yükselticisinin, 30 Hz ile 18 kHz arasındaki bütün duyulabilir frekanslara yanıt vermesi anlamına gelir. Söz konusu frekans aralığı, «bant genişliği» diye adlandırılır.

Hiç bir yükseltici bu ideal durumu sağlayamaz, ama hi-fi sistemler çok yaklaşabilir. Frekans yanıtı, tiz ve bas denetimleri ayarlanarak, bir ölçüde değiştirilebilir. TV ve radar resimlerini oluşturmada kullanılan video yükselticilerin, 0 Hz-6 MHz arasında değişen büyük bir bant genişliği vardır.

Yükselticilerde ayrıca, harmonik bozunma sorunu ortaya çıkabilir. Frekans çıkışları asıl sinyalin iki, üç ya da daha fazla katı olabilir ve yükseltici gürültüsü, sinyalle ilişkisi olmayan rasgele frekanslara neden olabilir. Buna «beyaz gürültü» denir. Beyaz IŞIK'ın kırmızı ile mor arasındaki bütün dalga frekanslarını içermesi gibi, bu da bütün frekansları içerir.

Yükseltici gürültüsü hiç bir zaman bütünüyle yok edilemez. Hoparlörde kazanç, çok küçük bir hışırtı olarak işitilebilir. Ama iyi bir hi-fi yükseltici, 3 000 000 / 1'den daha büyük sinyal / gürültü oranı sağlayabilir. Bu da 10 watt'lık bir yükselticide 3 mikrowatt'lık gürültü anlamına gelir.

YÜREK Bk. KAM

YÜZEBİLİRLİK Bk. STATİK VE HİDROSTATİK

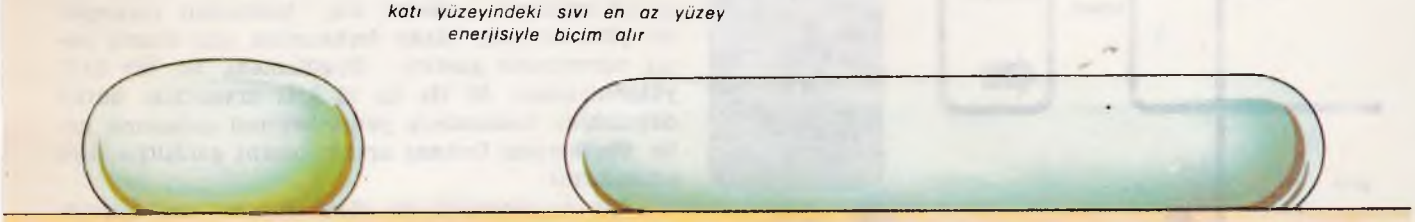
YÜZE TUTUNMA Bk. SOĞURUM

YÜZEY GERİLİMİ

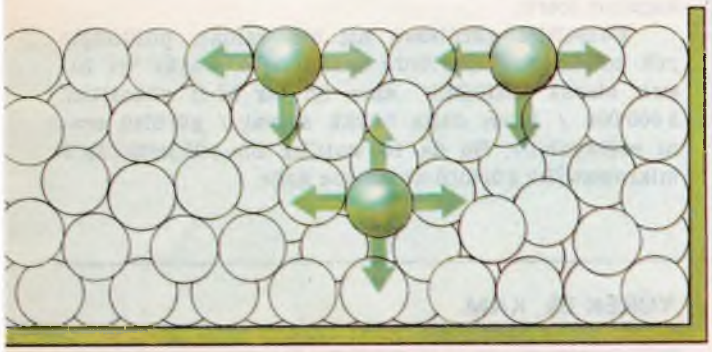
Sıvı yüzeyleri, sıvı damlasını en küçük yüzey alanlı biçime sokan esnek tabakalara benzer. Ağırlıksız durumlarda, bu yüzey bir küre oluşturur; ama Dünya üstünde, çeşitli çevre etkileri söz konusudur: düşen bir yağmur damlası bile, havanın direnci nedeniyle hafifçe basık olur. Yüzey gerilimi olayı şöyle açıklanabilir: Damlanın içindeki moleküller öteki moleküller tarafından her yöne eşit miktarda çekilirken, yüzeydeki moleküller yalnızca içeri doğru çekilir. Moleküllerarası güçler, kimyasal bağlar gibi elektromagnetiktir (Bk. ALAN ve KUVVETLER). Damlanın dışındaki hava ya da buhar moleküllerinin dışa çekme güçleri, içteki moleküllerin içe çekme güçlerinden zayıf olduğundan, yüzeydeki moleküller bir esnek tabaka özelliği gösterir.

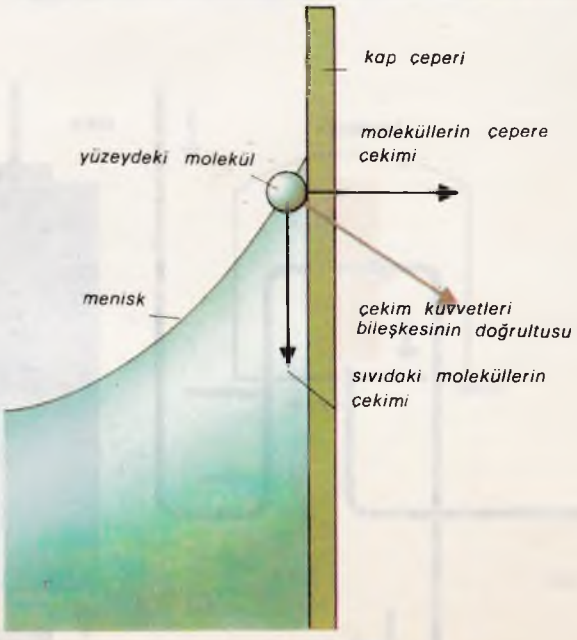
Yüzey gerilimi, bir sıvının yüzey alanını daraltacak biçimde etki yapar ve yüzeyde bir birim uzunluk boyunca dik açıyla etkiyen bir kuvvet olarak ölçülür. Su için bu kuvvet, 1 cm'lik bir çizgi için yaklaşık 70 din'dir (0,07 gram kuvvet). Bu değer, çok küçük görünmesine karşılık, su yüzeyine dikkatle yerleştirilen bir iğneyi yüzdürmeye yeterlidir. Su birikintilerinin yüzeyinde yaşayan su böcekleri de, aynı kuvvet nedeniyle su üstünde yürüyebilirler. Arı alkolün yüzey gerilimi çok düşüktür (20 din/cm), sıvı metallerse çok daha yüksek değerler taşırlar. 47 din/cm'lik değeriyle cıva, en iyi örneği oluşturur. Bütün sıvılarda, sıcaklık düştükçe yüzey gerilimi de düşer. Bu durum, yüzey üstündeki buhar hacmi artışından kaynaklanmaktadır. Sıvı yüzeyi molekülleri üstündeki buhar moleküllerinin artan çekim gücü, sıvının yüzey gerilimini, *kritik nokta*da (Bk. MADDE, özellikleri) sıfır olana kadar düşürür

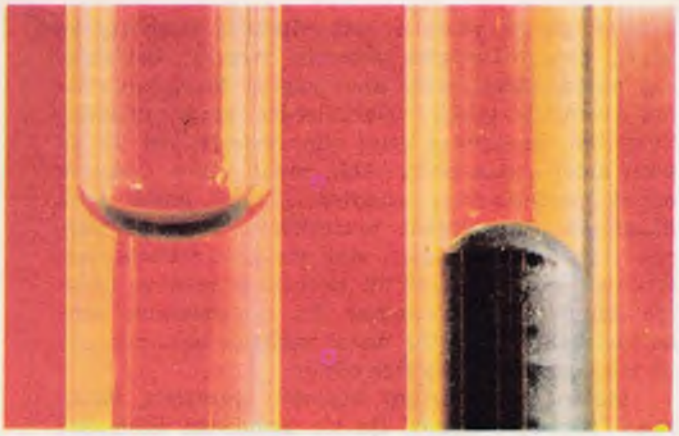
Moleküllerarası çekim kuvveti, sıvı damlasını, tıpkı bir zarla kaplıymış gibi içeri çeker. (altta) Yerçekiminin yüzey gerilimi kuvvetini aştığı durumlarda damla yassılır. Yoğunluğu kap çeperlerinden düşük olan bir sıvıda, kenarlarda artan molekül çekimi, yukarı doğru bir menisk oluşturur.



bir sıvının içindeki ve yüzeyindeki molekülleri çevreleyen kuvvetler







Su ve civanın farklı yüzey gerilimleri, farklı menisk biçimleri oluşturur. (üstte)

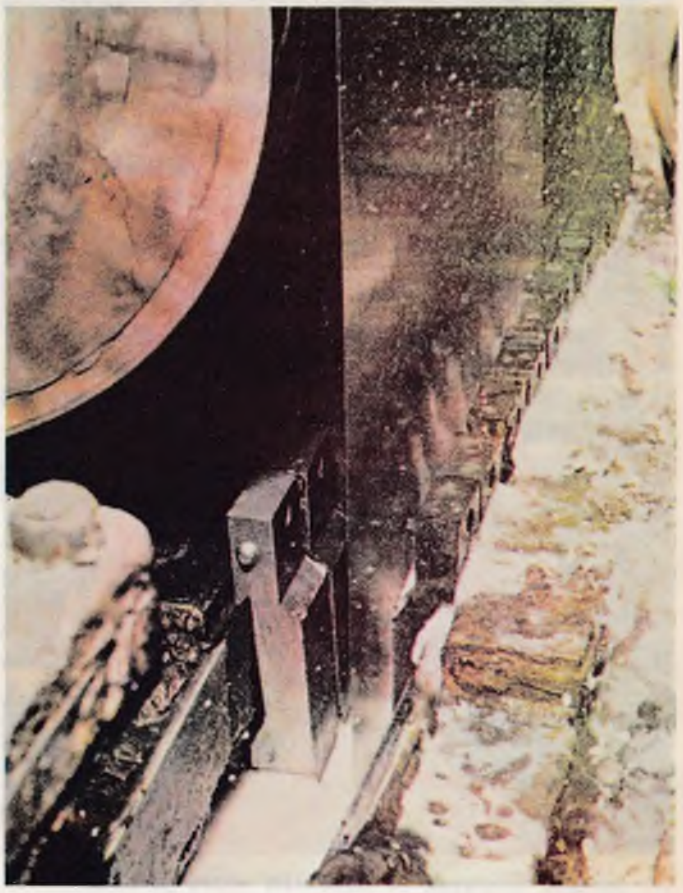
ve buhar ile sıvı arasındaki sınır yok olur.

Sıvıların yüzey gerilimleri, arılıklarının bozulmasıyla, özellikle sıvı yüzeyinde toplanan deterjanların eklenmesiyle de azalma gösterir. Suya eklenen çok az miktardaki deterjan bile, yüzey gerilimini, bir su böceğini ya da iğneyi taşıyamayacak kadar düşürür. Ancak, bu düşük yüzey gerilimi, ince sıvı filminin, yüzey güçleri tarafından parçalanmaya daha elverişli olduğu anlamına gelmez. Deterjan içeren suda, kalıcı köpükler oluşabilir.

Bir katıya değen sıvının söz konusu olduğu durumlarda, katı ile sıvı molekülleri arasındaki çekim kuvveti, sıvı molekülleri arasındaki kuvvetten daha büyük olabilir. Bir cam kaba doldurulmuş suda, su yüzeyinin *menisk* (eğik yüzey) oluşturacak biçimde yukarı çekilmesini sağlayan, bu çekim (adhezyon) gerilimi kuvvetidir. Çok dar (kılcal) boruda ortaya çıkan eğri yüzey, yüzey boyunca basınçta bir fark olduğunu gösterir. Sıvının dış yüzündeki atmosfer basıncı, basınçlar eşitlenene kadar sıvıyı boru içinde yukarı doğru çeker. Kılcal borudaki sıvının yüksekliği, çapa göre değişir; ama kuramsal olarak, basıncın atmosfer basıncına eşitlendiği 10 m yüksekliğe kadar çıkması gerekir. Kılcallık etkisi, ağaçlarda sıvıların, kurutma kağıdında da mürekkebin çekilmesini sağlar.

YÜZEY İŞLEME

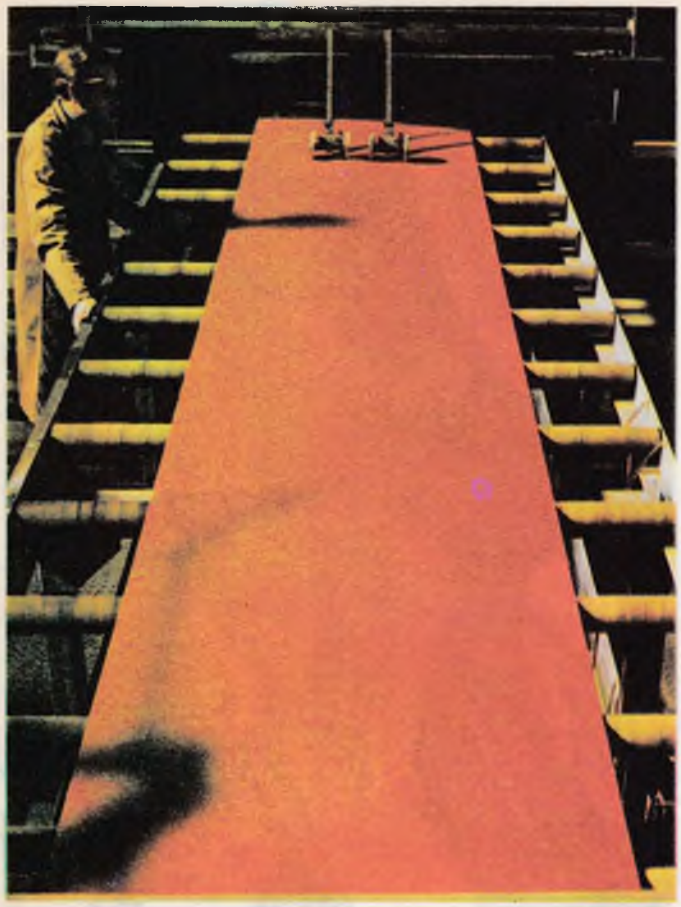
Metal nesnelerin üretiminde, çeşitli aşamalarda yüzey işleme gerekir. Sözgelimi, yüzeyler çeşitli işlemler için hazırlanır; bir ara işlemden geçmiş yüzey, temizlenir ya da parlatılır; son yüzeyse, korozyona karşı korunur. Koruma işi, süsleme amacı da taşıyan boyama ya da ELEKTROLİZLE KAPLAMA'yla yapılır. Sonuç olarak yüzey işleme, bir anlamda metal temizleme işlemleri olan hazırlık işlemleri ile koruma, süsleme ya da makina parçalarındaki taşıyıcı yüzeylerinin IŞIL İŞLEM'den geçirilmesi ve hassas boyutlara getirilmesi gibi, işleme sırasında arızayı önleyen çok sert ya da düz yüzeyler ortaya çıkaran son işlemler olarak ayrılabilir.



Elektrolizle çeliğe kalay kaplanması. (üstte) Resimde, çelik levhanın önündeki anotlar da görülmektedir.

Kum ve yüzey temizleme: Metal cisimlerin, DÖVME ya da DÖKÜM'le üretimlerinden sonra TAKIM TEZGÂHI'nda soğuk işleme verilmeden önce, döküm kumunun temizlenmesi ve metal yüzeyin kaba köşelerinin alınması için çeşitli biçimlerde işlenmesi gerekir. Tersi, metal kesme uçlarının bozulmasına yolaçar ve hassas boyutlara ulaşmayı güçleştirir.

Taşlama ve *telle fırçalama*, el aletleriyle yapılır. *Perdah dolabı*nda, parçalar, dakikada 10-15 devir hızla dönen bir kap içine yerleştirilmiş küçük, yıldız biçimli döküm demirden parçacıklarla perdahlanır. Yarım saatlik bir işlem sonunda, parlatılmış bir yüzey elde edilir. *Bilya püskürtme* ya da *kum püskürtme* işlemi, temizlenecek olan cismin üstüne yüksek hızla aşındırıcı madde püskürtme yoluyla uygulanır. Bu amaçla, ya iri kum taneleri ya da yuvarlak ve köşeli demir döküm bilyalar kullanılır. Söz konusu parçacıklar, cisme esnek bir borudan püskürtülür. Temizlenecek cisim küçükse, pencereli bir koruyucu içine yerleştirilir. Büyük cisimlerin, özel odalarda temizlenmesi gerekir.



Sağlam, yumuşak ve dayanıklı yüzey gereken yerlerde, çeliğin üstüne plastik kaplanabilir. (üstte)

Dökümleri temizlemede kullanılan *sulu* işlemde, atmosfer basıncından 80 kez güçlü bir basınçta, 300 km/saat hızlı bir su jeti kullanılır. Hidrolik döküm temizleme tesisleri büyük yatırımlar gerektirdiğinden, yalnızca, dizel motoru blokları gibi büyük parçaların sürekli işlendiği yerlerde kullanılırlar. *Elektrokimyasal* temizleme yönteminde, bir elektroliz kabına doldurulmuş alkali çözeltisi kullanılır. 500-7 500 kg arasındaki döküm parçaları temizleme amacıyla yararlanılan bu tür bir kaptan, en çok 20 000 amperi bulan elektrik akımı geçirilir.

Yüzey temizleme, *asitle temizleme* yöntemiyle de yapılabilir. Asitli işlemde metal cisim, 60-80°C sıcaklığında, yüzde 5-10'luk bir sülfürik asit çözeltisine batırılır. Asitle temizleme oldukça yavaş bir işlem olduğu için, dövme parçaların temizlenmesinde yerini bilya püskürtme işlemi almakta, ama sıcak haddelenmiş cisimlerin temizlenmesinde hâlâ yararlı olmaktadır. Metal parçaların boyutlarının kesin toleranslar içinde tutulması ve çok düzgün yüzeyler elde edilmesi gerektiğinde, soğuk haddeleme uygulanır. Bu işlem, düz, yoğun bir yüzey ortaya çıkarır. Sıcak haddelenmiş ve asitle temizlenmiş parçalar, genellikle son olarak soğuk hadde işleminden geçirilir (Bk. LEVHA ÇEKME, METAL).

Parlatma: *Elektro-parlatma* yöntemiyle yüksek nitelikli parlak yüzeyler elde edilebilir. Gerçekte bu işlem, elektro-kaplama işleminin tersidir. Parlatılacak parça, katot yerine anot yapılır. Elektro-parlatma işleminde çeşitli çözeltilerden yararlanılabilir Sözgelimi, paslanmaz çelik için fosforik asit ya da bütil alkol kullanılabilir. Elde edilen yüzey, mekanik olarak perdahlanmış yüzeyler kadar, hattâ daha düzgündür. Bu yöntem, mücevherler, otomobil parçaları ya da süs eşyaları gibi, öteki tekniklerle parlatılması güç olan girintili çıkıntılı yüzeylerin işlenmesinde büyük yarar sağlar. Bir santimetrenin binde biri kalınlığında bir metal tabakası alınarak, ayna gibi temiz bir yüzey elde edilir.

Makina parçalarının taşıyıcı yüzeyleri, bazen *süper işleme*yle işlenir. Bu bir aşındırma işlemidir; makinayla işleme ve taşlama sonunda yüzeyde kalan «leke»leri temizler ve ince çizikleri, pürüzleri yok eder. Süper işleme, tesviye işlemini andırır. Yağlanmış bir zımpara taşı, düşük kuvvet ve hızla, parçaya değdirilir.

Kaplamalar: Süsleme, korozyonu önleme gibi amaçlarla, metallere çeşitli kaplamalar uygulanır. Boyalar, sıvı kaplama malzemeleri, vernikler ve emayeler, yağı temizlenen yüzeylere mekanik yöntemlerle sürülür. Boya ve koruma maddesi, kimyasal ya da elektriksel yollarla da uygulanabilir. Uygun çözücü çözeltilerin kullanılmasıyla, bakır ve pirinç parçalara altın renginden çelik grisine kadar değişen oksit renkleri kazandırılabilir. *Anotlaştırma*, alüminyum gibi hafif bir metal yüzeyinin, ince bir sentetik oksit tabakasıyla kaplanmasıdır. Böylece, havanın yüzeyle teması kesilerek, yüzeyin cilası korunur ve korozyon önlenir. Kaplanacak cisim, yaklaşık 40°C sıcaklıktaki yüzde 3'lük bir kromik asit çözeltisi içinde, anot olarak kullanılır. Gerilim yavaş yavaş 50 volta kadar yükseltilir. GALVANİZLEME ve *toz çinkoyla galvanizleme* (şerardlama) işlemlerindeyse, çelik parçalara ELEKTROLİZ yoluyla ÇİNKO kaplanır. Korozyonu önlemek için boya da kullanılmaktadır. Bu alanda en son gelişmelerden biri, yeniden boyamayı yüzde 30 azalttığı ileri sürülen bir paslanmaz çelik pigmentinin kullanılmasıdır.

Metal yüzeyler, ya aşınmaya karşı daha dirençli bir yüzey elde etmek ya da yüzeylerin yeniden gerekli boyutlara getirilebilecek biçimde aşınmalarını sağlamak amacıyla metalle kaplanırlar. Pahalı makina parçaları sık sık bu yolla onarılmaktadır. Elektro-kaplama bu yöntemlerden biridir; ötekilerse, *metal püskürtme* ve *elektrik ark püskürtmesi*dir. Metal püskürtme aygıtında eksotermik (ısı üreten) bir toz püskürtme şalümosu vardır. Alaşım halindeki metal parçacıkları, oksi-asetilen alevinde ısıtıldıktan sonra, bir eksotermik tepkimeden geçip, parçaya kaynak yoluyla yapışırlar. Elektrik arkı püskürtmesindeyse, püskürtme metali elektrik arkıyla eritilir ve basınçlı havayla elde edilen bir patlamayla küçük parçalara ayrılarak, yüzeye püskürtülür. Yüksek elektrik akımları kullanılarak, saatte 55 kilograma kadar metal püskürtülebilir.

Z

ZAMAN

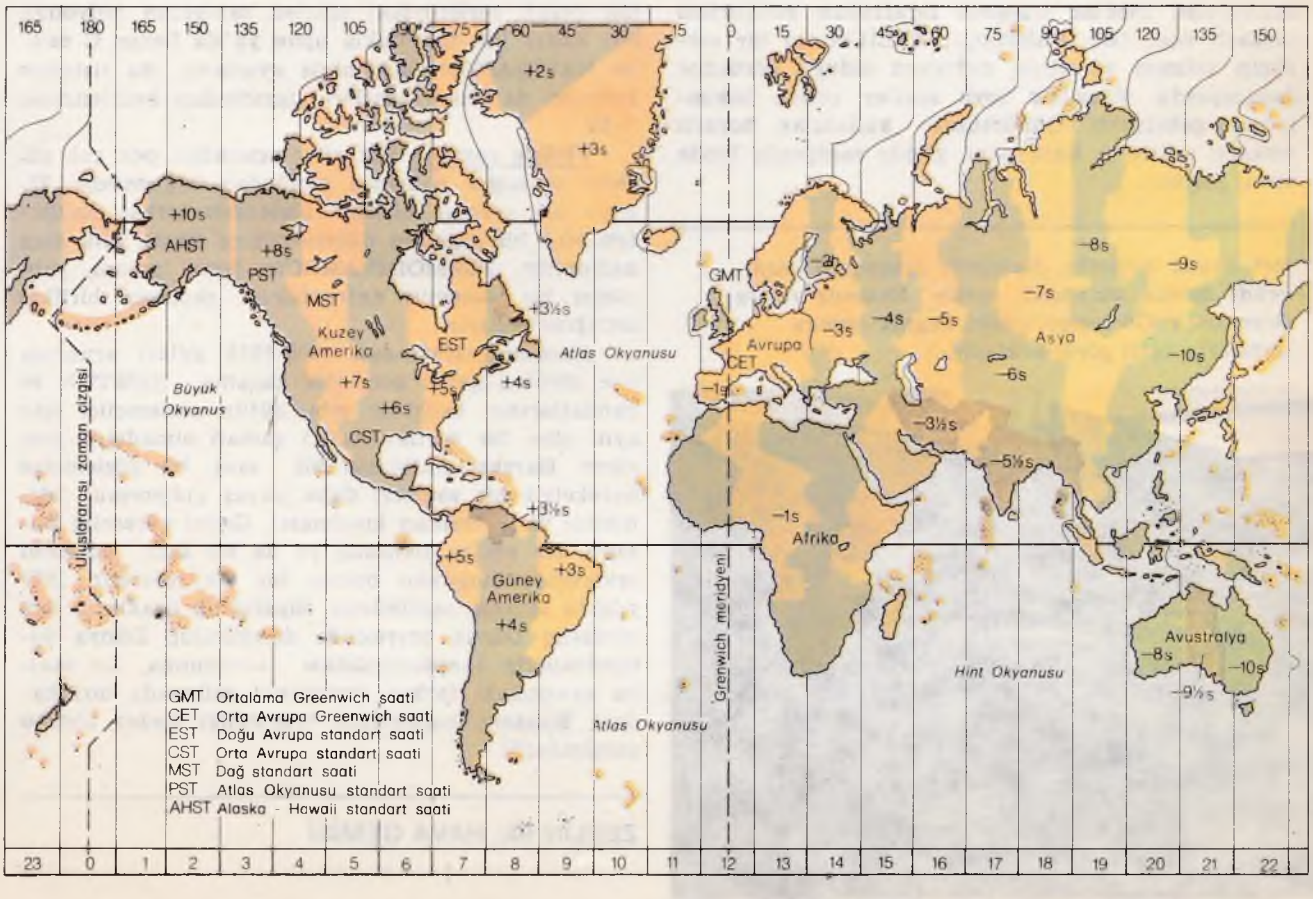
Zaman, herkes tarafından bilinmesine karşılık, bilimsel ve felsefi anlamda tanımlanması çok güç bir kavramdır. Bilimde, özellikle GÖRECELİK kuramında zaman süresi, uzayda bir uzaklığa benzetilebilir; dolayısıyle de uzunluk, genişlik, yükseklik boyutlarına ek olarak, «dördüncü boyut» diye adlandırılabilir. Bununla birlikte, bazı düşünürler, dört boyutlu bir yolda ilerlediğimiz düşüncesine, geleceğin önceden belli olduğu ve değiştirilemeyeceği anlamına geldiği için, karşı çıkmaktadırlar.

Zamanın geçtiği sezilebilir; ama bir zaman parçasının ölçümü, düzenli aralıklarla yinelenen bir işlemle karşılaştırma yapılmasını gerektirir. Dünyada yinelenen olaylar arasında en önemlisi, karanlık ve aydınlığın değişimi olan gündür.

Takvim: Yıl, başka bir önemli zaman aralığıdır. Tarih boyunca insanoğlu, daha kısa zaman aralıklarına da gereksinme duyduğu için, yılı aylara bölmüştür. Takvimin oluşturulmasında bu üç zaman aralığının kullanılması, hiç biri ötekinin tam katına eşit olmadığı için, çeşitli sorunlar ortaya çıkarır.

Sözgelimi, Dünya'nın, Güneş'e göre kendi ekseni çevresinde dönme süresi «*gün*» diye tanımlanır. Ama Dünya'nın Güneş'in çevresini dönme süresi olan bir *yıl*daki gün sayıları, bir tam sayı değildir.

Pratik amaçlarla Dünya «zaman dilimleri»ne ayrılmıştır. (altta) Güneş'in konumuna göre elde edilen zaman, her boylam derecesi için dört dakika fark gösterir. Ama zaman ölçümünü yalınlaştırma amacıyla, her dilim içinde aynı saat kullanılmaktadır. Zaman dilimleri içindeki zaman, güneş zamanıyla uyuşmayabilir. Sözgelimi S.S.C.B'nin zaman dilimleri bir saat ileridir. Sistem, çalışma saatlerini gün ışığı zamanına göre kaydırdığı için, «gün ışığı tasarruf zamanı» diye de adlandırılabilir.



Bir yılda *yaklaşık* 365 1/4 gün, bir ayda 29 1/2 gün, bir yılda da 12 1/3 ay vardır. Günümüzde Batı dünyasında kullanılan takvim, her biri 30 ya da 31 günlük 12 aya ayrılmıştır. Şubat ayı 28 gündür. Ama her dört yılda bir, yılı 365 1/4'e tamamlamak için bir gün eklendiğinden, Şubat 29 gün *(artık yıl)* olur. İ.Ö. 46'da Julius Caesar tarafından geliştirilen bu takvim, takvim yılı ile gerçek yıl arasında 11 dakikalık bir fark bırakır. 1582 yılında bu fark, 10 güne ulaşmıştır. Papa Gregorius XIII, Julyen takviminde, dört yerine, 400'e bölünebilen yüzyılların artık yıl olmaması gerektiğini belirterek, küçük bir düzeltme yapmıştır. Gregoryen takvimi, yılda yalnızca 26 saniyelik bir fark yaratır. Bu yüzden doğruluğunu binlerce yıl koruyacaktır.

Başka takvimler de vardır. Sözgelimi, Musevi ve İslam takvimi, Ay'a göredir. Bazı yılları 12, bazı yılları 13 aylı olduğundan, birkaç yılda bir, güneş takvimine göre düzeltilmesi gerekir.

Saatler: Zaman ölçen ilk saat, bir çubuğun gölge konumuyla zamanı gösteren GÜNEŞ SAATİ'ydi. Gündüzler, her birinin süresi yılın zamanına göre değişen, değişmez sayıda «saat»e bölünmüştü. İ.Ö. 1500 yıllarında su saatiyle ortaya çıkan mekanik saatlerle, gün, 24 saate bölünmeye başlandı. Ağırlıkla çalışan ilk saatler XIII. yüzyılın sonlarına doğru yapıldı. Ama bunlar pek duyarlı değildi; zaman gösterme özellikleri, yatay olarak salınan bir çubuk üstündeki sürtünmeye bağlıydı ve bu değer değişkendi. 1656'da Huygens tarafından geliştirilen sarkaçlı saat (Bk. SARKAÇ), GALİLEİ'nin bir sarkacın salınım süresinin değişmez olduğu görüşüne dayanıyordu. Yüzyıllar boyu saatler, çeşitli bakımlardan geliştirildi. Günümüzde kullanılan duyarlı sarkaçlı saatlerin hata payı, günde saniyenin binde birini geçmez.

Her büyük devletin, ötekilerle eşzamanlı olan, kendi zaman standardı vardır. Resimde (altta) Greenwich Gözlemevi'ndeki İngiliz zaman servisinin saati görülmektedir.

Bununla birlikte, günümüzün en duyarlı saatleri atomların titreşimleriyle ya da atomlardaki elektronların titreşimleriyle çalışan saatlerdir. 1929'da geliştirilen KUVARS SAATİ, en duyarlı sarkaçlı saatten en az 10 kez daha duyarlıdır. Öte yandan, hata payı günde saniyenin milyonda birini geçmeyen sezyumlu ATOM SAATİ'nin taşınabilir modelleri yapılmaktadır. Günümüzde standart zaman birimi olan saniye, dünyanın belirli yerlerindeki sezyumlu saatlerin ortalamasına göre hesaplanmaktadır.

Günümüzde zamanın gerçekte atom saatleriyle ölçülmesine karşılık, pratik nedenlerle bunun Dünya'nın dönüşüyle elde edilen zamandan çok farklı olmaması önem taşır. Dünya'nın dönüş zamanı çeşitli yerlerdeki gözlemevlerinden yıldızların konumlarının incelenmesiyle hesaplanmaktadır. Bu zamana «Evrensel Zaman» (UT) denir ve eski Greenwich Ortalama Zamanı'nın (GMT) yerini almıştır. Son yıllarda Dünya'nın dönme kutuplarının hareket etmesi ve yıl boyunca mevsimler nedeniyle hava kütlelerinin hareketinden doğan sapmalar yüzünden, Evrensel Zaman düzeltilmiş ve «Evrensel Zaman 2» diye adlandırılmıştır. Evrensel Zaman 2 ile atom zamanı arasındaki fark yarım saniyeyi geçtiğinde, atom saatine tam bir saniye eklenir. Bu fazla (artık) saniyeleri kullanan atom zamanına, «Evrensel Koordinatlı Zaman» (UTC) denir ve hassas zaman ayarlarının temelini oluşturur. Dünyanın çeşitli yerlerindeki saatler, saniyenin milyonda biri kadar bir doğrulukla uydu ya da Loran C radyo NAVİGASYON sistemiyle ayarlanır. Bu sistemin frekansı da, atom saatleri tarafından belirlenmektedir.

Fizikte zaman: Fizikçiler açısından pek çok sürecin oluşumu, zamanın yönünden bağımsızdır. Fizikte bir «zaman ekseni» oluşturan birkaç özellikten biri, bir sistemin düzensizliğini ölçme yolu olan *antropi*dir. TERMODİNAMİK'in ikinci yasası, yalıtılmış bir sistemin antropisinin, zamanla birlikte arttığını gösterir.

Einstein tarafından 1905-1915 yılları arasında öne sürülen genel görecelik kuramı, NEWTON ve yandaşlarının belirttiği gibi, bütün gözlemciler için aynı olan bir mutlak (salt) zaman olmadığını öne sürer. Hareket halindeki bir saat, bir gözlemciye hareketsiz bir saatten daha yavaş gidiyormuş izlenimini verir (zaman kısalması). Genel görecelik kuramı, bir çekim alanında ya da bir saat ötekinin çevresinde dönerken benzer bir etki gösterir. 1971 yılında sezyum saatlerinin, süpersonik uçaklarla ters yönlerde Dünya çevresinde döndürülüp Dünya üstündekilerle karşılaştırılması sonucunda, bu saatler arasındaki farkın (saniyenin milyonda biri kadar) Einstein kuramında belirtildiği kadar olduğu görülmüştür.

ZEPLİN Bk. HAVA GEMİSİ

ZİL, ELEKTRİKLİ

Evlerde kullanılan elektrikli zil, bir çekicin bir gong ya da çana vurduğu çok yalın bir aygıttır.

Mekanizma, çan, çana vuran çekiç, çekicin takılı olduğu yay, bir elektromıknatıs (çoğu zilde iki bobinli bir mıknatıs vardır) ve yalın bir ayarlı elektrik kontağından oluşur.

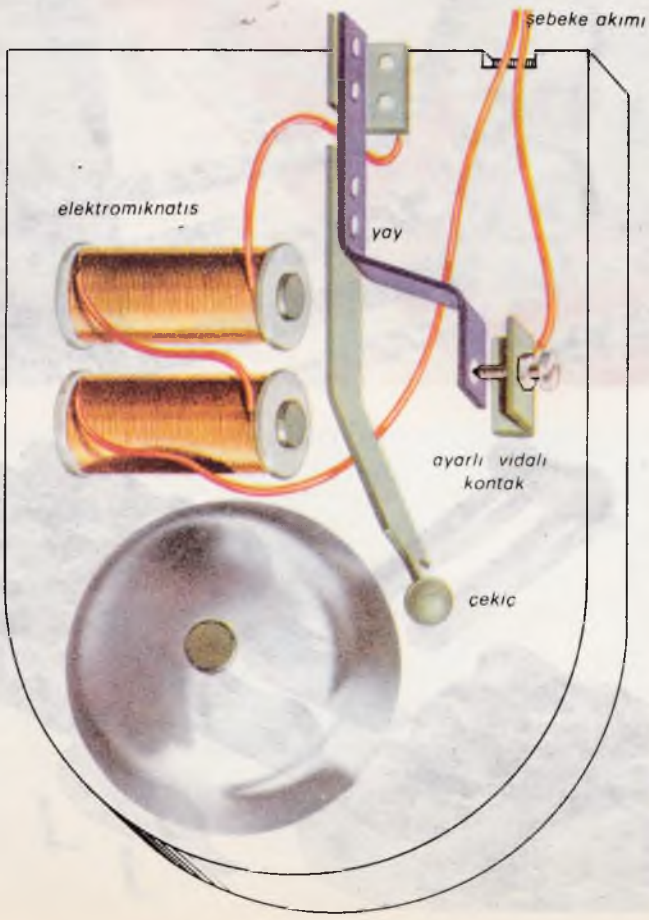
Düğmeye basıldığında, uçlardan elektromıknatısa akım geçer. Elektromıknatıs çekicin demir kolunu çeker, yay hareket ederek çana vurur. Ama bu hareket sırasında devre açıldığı için, akım kesilir ve elektromıknatıstan akım geçmesi durur. Mıknatıslığın yok olmasıyla kol, yay tarafından geri çekilir ve yeniden kontağa dokunur. Elektromıknatıstan gene akım geçer, çekiç çana vurur. Bu çevrim, düğmeye basıldığı sürece yinelenir. Titreşim hızı, bir dereceye kadar da zilin sesi, kolun hareket mesafesi azaltılarak artırılabilir.

Melodili ziller: Melodili ziller, farklı biçimde çalışır. Bunlarda da çekici çeken bir elektromıknatıs vardır, ama kontak noktası yoktur. Bunun yerine, kolun ucunda bükülebilen bir eklem bulunur. Düğmeye basıldığında, elektromıknatıstan akım geçer, esnek uç savrularak birinci çana çarpar. Düğme bırakıldığında kol geri düşer, esnek uç öteki yana savrulur ve ikinci çana çarpar. Akım kesildiğinde kol, iki çan arasındaki bir konumda, bir sonraki çalma için hazır durur. Üç ya da daha çok notalı zillerde, çanlara sırayla çarpan bir döner kol ve onu hareket ettiren bir elektrik motoru bulunur.

Alarm zilleri: Yangın ve hırsız alarm zillerinde, elektromıknatıs yerine, elektrik motorları kullanılır. Düzenekte, motor koluna bağlı eklemli bir uç vardır. Salınım, çekici dışa iterek, çana çarpmasını sağlar. Ama eklem, her vuruştan sonra zili atlayarak geri eğilecek biçimde yapılmıştır.

Bazı ülkelerde, sesi cankurtaran ve polis araçları üstündeki hoparlörden çıkan, yükselticili ziller de yapılmaktadır.

Elektrikli zil. (altta) Zilin çalışma gerilimi bobinlerde kullanılan telin inceliğine bağlıdır. Zil hem alternatif akımla, hem doğru akımla çalışabilir.



ZİNCİRLE TAHRİK

Bir zincirle iki ya da daha çok dişlinin birleştirildiği zincirle tahrik sistemi, bir yerden, yakın bir yere dönme hareketinin iletilmesi gereken durumlarda kullanılır. Sistemin en yaygın uygulaması, bisiklet zinciridir, ama ağır kazma makinalarından otomatlara kadar çok sayıda değişik uygulaması da vardır.

Makaralı zincir: Bisikletlerde kullanılan makaralı zincirler, 1880'de İngiltere'de geliştirilmiştir. Makaralı zincirlerde, yan levhalarla birbirinden ayrılmış pimler üstünde dönen makaralar bulunur. Makaralar, birbirinin ardından geniş ve dar zincir halkalarının gelmesine karşılık, zincir *'adımının* (makara eksenleri arasındaki uzaklık) her zaman aynı olacağı biçimde düzenlenmiştir. Makaraların yerlerinde tutulması için, ya maşalı pimler kullanılır ya da pimlerin uçları sisirilir.

Makara kullanılması, zincirlerin verimini büyük ölçüde artırır. Bir tahrik zinciri, onu hareket ettiren zincir dişlisine değdiğinde, önemli büyüklükte bir çarpma kuvveti ortaya çıkar. Zincirlerin temas yüzeyini bütünüyle kaplayan makaralarla sürtünme azaltılır. Ayrıca, zincir yağlanır.

Birçok uygulamada zincir tek başına değil, *dubleks* ya da *tripleks* olarak, yani yan yana konmuş iki ya da üç (gerektiğinde daha çok sayıda) zincir dizisi halinde kullanılır. Birbirine bağlanan zincir dişlilerinin şaftları arasındaki uzaklığın fazla olduğu durumlarda (10 metreye kadar olabilir) *çift adımlı* makara kullanılabilir. Bunda, yan levhalar daha uzundur ve makaralar arasındaki uzaklık daha büyüktür.

Makaralı zincirin verimi çok yüksektir. İngiltere'de yapılan bir deneyde, bir makaralı zincir, dikkatle denetlenen koşullar altında altı saat çalıştırılmış ve giriş çıkış güçleri ölçülerek, zincir tahriğinin verimi yüzde 98,4 ile 98,9 arasında bulunmuştur.

Ters dişli zincir : «Sessiz zincir» adı da verilen bu zincir, birkaç ince levhadan oluşur. Uzun *U* biçiminde «ters diş» açılmış bu levhalar, pimlerle yan yana monte edilir. İleriye doğru çıkan uçlar üst üste biner. Bu biçimin üstünlüğü, zincirin, zincir dişlisine tam olarak uyması ve daha sessiz çalışmasıdır. Zincirin ortasına ya da kenarlarına, dış açılmamış kılavuz levhalar konur ve bunlar, zincir dişlisinin çevresindeki oyuklara girerek dönerler. Bu tür zincirin ana kullanım alanı, kren ve jeneratörler gibi, yüksek güçlerle çalışılan yerlerdir.

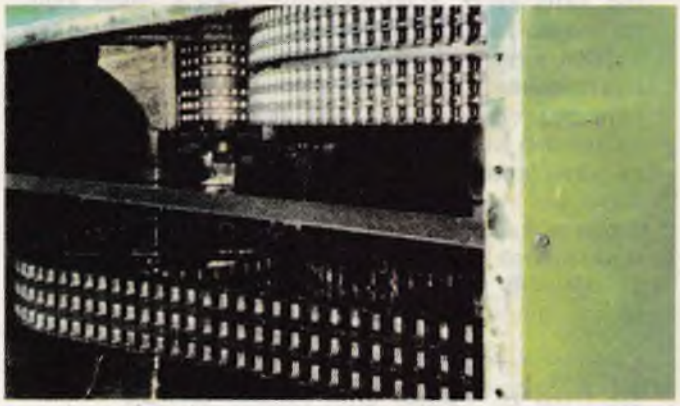
Öteki tipler: Bazı tahrik zincirlerinin çok zor koşullarda kullanılması gerekir. Oysa, kir ve korozyon, yağlı zincirleri kullanışsız hale getirir. Bu yüzden, daha sağlam ve yalın zincirler geliştirilmiştir.

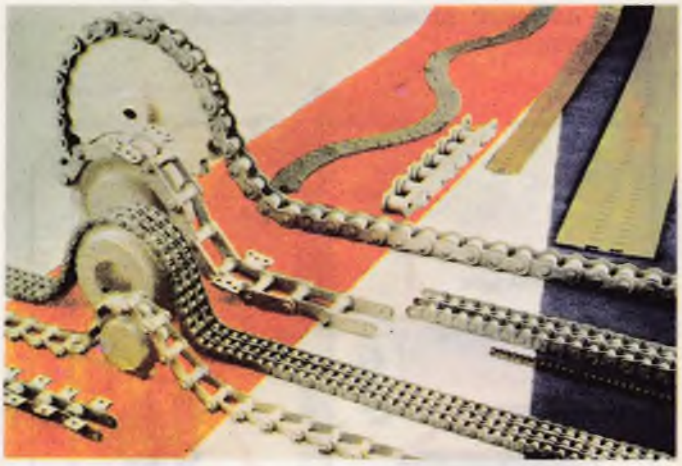
Çözülebilir zincir, her birinin bir ucunda bir çengel, öteki ucunda da bir çubuk bulunan, birbirinin aynı döküm parçalardan yapılır. Çengeller, bir sonraki parçanın ucundaki çubuğu, aşağı yukarı bütünüyle sarar. Bu tür zincirler pek düzgün çalışmaz, ama temas yüzeyinde toplanan kir kendiliğinden temizleneceğinden, yağlama da gerektirmezler.

Pimli zincirde de benzer döküm parçaları bulunur. Ama bunların ucunda dar delikler vardır. Deliklerden geçen pim, öteki parçanın yan levhalarını tutar. Bunlarda temas yüzeyi bütünüyle koruyucu içine alındığından yağlama gerekmez. *Kayık yan çubuklu* ya da *kranklı* zincir de buna benzeyen, ama yatakları ve makaraları bulunan sistemlerdir.

Küçük ölçeklerdeyse, *boncuk* zincirler kullanılabilir. Bunlar, boncukların uyabileceği bir zincir dişlisi üstünde dönen, bir kordona dizilmiş plastik boncuklardan oluşur. Bu tür plastik zincirler otomatlarda, TV ve radyo ses ayarı düğmelerinde ya da iklimleme aygıtlarında kullanılabilir. Bazı özel uygulamalar içinse, alüminyum ve paslanmaz çelik zincirlerden yararlanılır.

Tahrik zincirleri çeşitli bakımlardan öteki iletim sistemlerinden üstündür: Kaymaya yolaçmazlar (bu özellik, otomobillerin zamanlama zincirleri ve dizgi makinaları gibi eşzamanlama gerektiren yerlerde büyük önem taşır); çeşitli işlere uyarlanabilirler (sözgelimi, zincir dişlilerinin boyutlarının değiştirilmesiyle, birkaç şaft, değişik hızlarda çevrilebilir); kuvvetin zincir dişlisinin birkaç dişi üstüne dağıtılmasıyla, aşınmanın daha düzgün olması sağlanır; ayrıca, zincirin esnekliği ve yağlama yağının oluşturduğu tabaka, herhangi bir şoku soğurur.





Su türbininden un fabrikasına güç iletme sistemi. (sağda üstte) Resimde, makaralı zincirin, iki yandan zincir dişlisine geçmesi görülmektedir.

Değişik zincir tipleri. (sağda ortada) Soldan sağa: Küçük bir taşıma kayışının ya da kutuların bağlanabileceği uçları olan bir zincir; dövme demirden pimli zincir; çok şeritli makaralı zincir; bileşik zincir; küçük adımlı makaralı zincir; kayık yan çubuklu çok şeritli zincir; büyük makaralı zincir. Resmin sağ üst köşesinde de ağır işlerde kullanılan kayık yan çubuklu zincir ile konserve endüstrisinde taşıma kayışı gibi kullanılan zincirler görülmektedir.

Çok şeritli makaralı zincir parçası. (sağda altta) Resimde, bir çift pim yerinden çıkarıldığından, zincir montajı da açıkça görülmektedir.

DİZİN

CİLT — 1

A

MADDE — SAYFA NO

ABAK 3
ABRAZİFLER BK. AŞINDIRICILAR
ABSORPLAMA BK. SOĞURUM
ADLİ BİLİM 4
ADRES MAKİNASI, OTOMATİK 4
ADSORPLAMA BK. SOĞURUM
AERODİNAMİK BK. HİDRO VE AERODİNAMİK
Ayrıca Bk. Dümen
AEROFOİL 11
Ayrıca Bk. Füze, Hava kanadı, Helikopter, Maxim, Sir Hiram
AEROSOL KABI 12
AGRİCOLA, GEORGİUS 13
AĞAÇ KAPLAMA 14
Ayrıca Bk. Marangoz tezgâhları
AĞARTMA 15
AĞDALILIK BK. VİSKOZİTE
AĞIRLIK BK. KÜTLE VE AĞIRLIK
AĞIZ ARMONİKASI 17
AKIMÖLÇER BK. AMPERMETRE
AKIŞÖLÇELER 18
Ayrıca Bk. Pitot tüpü
AKKOR TELLİ LAMBA BK. AMPUL (ELEKTRİK)
AKORDEON 20
AKROMATİK MERCEK Bk. RENKSEMEZ MERCEK
AKTARMA SİSTEMLERİ 21
AKUSTİK BK. SES
AKÜMÜLATÖR 22
Ayrıca Bk. Pil, elektrik
ALAN VE KUVVETLER 24
Ayrıca Bk. Elektrostatik, Faraday, Fizik, Hızölçer, İletim, elektriksel, Kuvantum, kuramı, Kütle ve ağırlık, Magnetizma, Magnetohidrodinamik, Yüzey gerilimi
ALARM SİSTEMLERİ 27
ALAŞIM 30
Ayrıca Bk. Alüminyum kaynağı, Geçiş elementleri, Kurşun
ALDEHİT 34
Ayrıca Bk. Cıva, Hidrojen, Plastikler
ALET ÜRETİMİ 35
ALEVLE KESME 41
ALEV MAKİNASI 43
ALEV VE PARLAMA NOKTASI 45
Ayrıca Bk. Ateşleme
ALG BK. SUYOSUNLARI (KULLANIMLARI)
ALICI 47
Ayrıca Bk. Gitar
ALICI BK. RADYO
ALİFATİK BİLEŞİKLER 49
ALKALİ METALLER 50
Ayrıca Bk. Metal, Periyodik çizelge
ALKAN, ALKEN VE ALKİN BK. HİDROKARBON
ALKOL 51
Ayrıca Bk. Hidrojen, Lif, sentetik, Organik kimya
ALTERNATİF AKIM VE GERİLİM 54
Ayrıca Bk. Elektrik dağıtım şebekesi
ALTERNATÖR 55
Ayrıca Bk. Manyeto
ALTILIK BK. SEKSTANT
ALTIN 57
ALTİMETRE, ANEROİT BK. BAROMETRELER
ALTİMETRE, RADARLI 60
ALÜMİNYUM BK. ALÜMİNYUM VE BİLEŞİKLERİ
ALÜMİNYUM ELDE ETME 61
ALÜMİNYUM KAYNAĞI 64
Ayrıca Bk. Elektrik kablosu
ALÜMİNYUM VE BİLEŞİKLERİ 66
AMBALAJLAMA BK. PAKETLEME
AMBULANS BK. CANKURTARAN
AMFİBİ ARAÇLAR 67
AMFOTER MADDELER BK. pH - ASİTLİĞİN ÖLÇÜMÜ
AMİNLER 73
Ayrıca Bk. Hidrojen
AMİNOASİTLER 74
Ayrıca Bk. Hidrojen
AMONYAK ÜRETİMİ 75
Ayrıca Bk. Kimya
AMPÈRE, ANDRÉ MARİE 76
AMPERMETRE 77
AMPLİFİKATÖR BK. YÜKSELTİCİ
AMPUL (ELEKTRİK) 78
Ayrıca Bk. Işık gösterisi
AMYANT BK. ASBEST
ANAHTAR BK. KİLİT
ANAHTAR İŞLEME MAKİNASI 81
ANALİZ, KİMYASAL BK. ÇÖZÜMLEME, KİMYASAL
ANEMOMETRE BK. RÜZGARÖLÇER

ANESTEZİ AYGITLARI 82
Ayrıca Bk. Oksijen
ANORGANİK KİMYA 84
ANTEN 85
ANTİBİYOTİK ÜRETİMİ 88
ARBALET 91
AREOMETRE BK. ÖZGÜL AĞIRLIK VE BUHAR YOĞUNLUĞU
ARKEOLOJİ TEKNİKLERİ 92
Ayrıca Bk. Kalpazanlık ve sahtecilik, Karbon ve oksitleri
ARKHİMEDES 97
ARKHİMEDES BURGUSU 98
ARK LAMBASI 99
ARKWRİGHT, SİR RİCHARD BK. HARGRAVES, JAMES
AROMATİK BİLEŞİKLER 100
Ayrıca Bk. Basılı devre üretimi, Hidrojen, Karboksilli asitler, Kimya
ASAL GAZLAR 104
Ayrıca Bk. Azot, Metal
ASANSÖR 105
ASBEST 108
ASDİK YA DA SONAR 110
Ayrıca Bk. Balina avcılığı,Batık çıkarma işlemleri, Can kurtarma denizde, Denizaltı, Elektronik, tıp alanında Navigasyon, Piezoelektrik malzemeler, Ses, Sesötesi dalgalar
ASETİLEN LAMBASI 112
ASETON BK. KETONLAR
ASFALT BK. BİTÜM
ASİT-BAZ TEPKİMESİ BK. pH-ASİTLİĞİN ÖLÇÜMÜ
ASİT ÜRETİMİ 113
Ayrıca Bk. Kükürt
ASMA KÖPRÜ 115
ASPİRİN ÜRETİMİ 119
AŞINDIRICILAR 123
Ayrıca Bk. Elmas, Takım tezgâhı
AŞIRI İLETKENLİK BK. ÜSTÜN İLETKENLİK
AŞIRI SOĞUK MADDELER 125
Ayrıca Bk. Sıcaklık
ATEŞLEME 128
ATEŞLEME MEKANİZMALARI 129
Ayrıca Bk. Karabina
ATEŞLEME SİSTEMİ (OTOMOBİLLERDE) 132
Ayrıca Bk. Ateşleme
ATEŞLİ SİLAHLAR 134
ATIŞ TEKNİKLERİ 136
ATOM AĞIRLIĞI BK. KİMYA
ATOM BOMBASI 138
Ayrıca Bk. Hidrojen bombası
ATOMİZÖR 142
ATOM SAATİ 143
ATOM SAYISI BK. PERYODİK ÇİZELGE
ATOM VE MEKANİZMASI 145
Ayrıca Bk. Asal gazlar, Elektrik, Elektron, İzotop, Nötron
AVİONİK BK. HAVACILIK ELEKTRONİĞİ
AVOGADRO, AMEDEO 148
AVOGADRO YASASI BK. GAZ YASALARI
AV TÜFEĞİ 148
AYAKKABI ÜRETİMİ 150
AYNA 153
Ayrıca Bk. Işık
AZOT 156

B

BABBAGE, CHARLES 159
BACON, ROGER 160
BAGAJ TAŞIMA SİSTEMLERİ 161
BAĞ, KİMYASAL 163
Ayrıca Bk. Elektron, Hidrokarbon, Klor ve bileşikleri, Peryodik çizelge
BAĞLANMA ENERJİSİ 165
BAİLEY KÖPRÜSÜ 166
BAİRD, JOHN LOGİE 167
BAKIR ELDE ETME 168
Ayrıca Bk. Elektroliz, Pirinç üretimi
BALIKÇILIK ENDÜSTRİSİ 171
BALIKGÖZÜ OBJEKTİF BK. GENİŞ AÇILI MERCEK
BALİNA AVCILIĞI 177
BALMUMU HEYKELLER 180
BALON 183
BARDEEN JOHN BK. TRANSİSTÖR
BAROMETRELER 188
Ayrıca Bk. Hidro ve aerodinamik
BASILI DEVRE ÜRETİMİ 191
Ayrıca Bk. Montaj hattı
BASIM 193
BASINCA UYARLAMA YÖNTEMLERİ 199
BASINÇ 200
BASINÇ DEĞİŞTİRME ODASI 203
BASINÇÖLÇER 204
BATIK ÇIKARMA İŞLEMLERİ 205
BATİSKAF 208
BATÖZ BK. HARMAN MAKİNASI
BAZUKA VE ÖTEKİ KÜÇÜK ROKETLER 214
Ayrıca Bk. Goddard, Robert
BECQUEREL, HENRİ 216
BELL, ALEXANDER GRAHAM 217
BELLEK AYGITLARI 219
BENZ, KARL 223
BENZİN, SENTETİK 226
BENZİN POMPASI 227
BERZELİUS, JÖNS JACOB 230
BESSEMER DEĞİŞTİRGECİ 231
Ayrıca Bk. Çelik üretimi
BETHE, HANS 233
BETON 234
BİÇERDÖVER 237
BİLEŞİK, KİMYASAL 241
Ayrıca Bk. Molekül
BİLET OTOMATLARI 243
BİLGİ SAKLAMA 246
Ayrıca Bk. Fotodizgi, Gazete hazırlanması
BİLGİSAYARLAR 248
BİLGİSAYARLAR (KULLANIM ALANLARI) 253
Ayrıca Bk. Uçuş kayıt aygıtları
BİLLURLAR VE BİLLURBİLİM 256
Ayrıca Bk. Geçiş elementleri, İyon ve iyonlaşma, Kırınma, Krom, Metal, Piezoelektrik malzemeler, Sentetik billur, Sıvı billurlar
BİLYA KİLİTLİ KAVRAMA 262
BİRA VE BİRACILIK 263
Ayrıca Bk. İspirtolu içkiler, Katalizör

BİRİM SİSTEMLERİ 269
BİRİNCİL İŞ MAKİNALARI 270
BİSİKLET 271
BİSİKLET VİTESİ 276
BİTÜM 277
BLERİOT, LOUİS 279
BOHR, NİELS 280
BOLOMETRE 282
BOMBA 282
BOMBA NİŞAN AYGITI 287
BORU HATTI 289
BORU ÜRETİMİ 292
BOYA İŞLEMLERİ 295
BOYLE, ROBERT 299
BOYLE YASASI BK. GAZ YASALARI
BOYUTLAR VE BOYUT ANALİZİ 300
Ayrıca Bk. Enerji, Kütle ve ağırlık, Özgül ağırlık ve buhar yoğunluğu
BÖBREK, YAPAY 301
BRAHE, TYCHO 304
BRATTAİN, WALTER BK. TRANSİSTÖR
BRAUN, WERNHER VON 306
BRONKOSKOP VE BENZERİ AYGITLAR 308
BRONZ 311
BRUNEL, ISAMBARD K. 313
BUHAR BASINCI 316
Ayrıca Bk. Vakum
BUHAR MAKİNASI 317
Ayrıca Bk. Çekici
BUHAR TÜRBİNİ Bk. TÜRBİN
BUJİ 325
BULAŞIK MAKİNASI 327
BULDOZER 329
BUMERANG VE BENZERLERİ 330
BUNSEN BEKİ 333
Ayrıca Bk. Kirchhoff, Gustav Robert
BURUŞMAZ KUMAŞLAR 334
BUZ ERİTME SİSTEMLERİ 335
BUZLUK BK. SOĞUTMA
BÜTÜNLEŞİK BK. YARIİLETKEN

CİLT — 2

C

CAM 337
CAM ELYAFI 342
CAM KAPLAR 344
CANAVAR DÜDÜĞÜ BK. SİREN
CANKURTARAN 345
CAN KURTARMA (DENİZDE) 347
CARLSON, CHESTER 351
CARNOT, SADİ 353
CAVENDİSH, HENRY 354
CAYROPUSULA 355
CAYROSKOP 357
CEPHANE 358
Ayrıca Bk. Av tüfeği, Mermi (tabanca ve tüfek)
CIVA 361
CİLTÇİLİK 363
CİN ÜRETİMİ BK. İSPİRTOLU İÇKİLER
COLT, SAMUEL 367
COPERNİCUS BK. KOPERNİK
COULOMB, CHARLES DE 368
CROOKES, WİLLİAM 370
CURİE P. VE M. 371

Ç

ÇAKMAK BK. SİGARA ÇAKMAĞI
ÇAMAŞIRHANE 373
ÇAMAŞIR MAKİNASI 374
ÇAN 377
ÇAPA 381
ÇATAL-BIÇAK ÜRETİMİ 382
Ayrıca Bk. Elektrolizle kaplama
ÇATALLI İSTİFLEYİCİ 386
ÇEKİCİ 388
ÇEKİRDEK 392
ÇEKİRDEK BÖLÜNMESİ BK. FİZYON
ÇEKİRDEK KAVUŞUMU BK. FÜZYON
ÇELİK ÜRETİMİ 393
ÇEVRE KİRLENMESİ DENETİMİ 398
ÇEVRİMİÇİ TERMİNAL 405
ÇIRÇIR MAKİNASI 406
ÇİKOLATA YAPIMI 407
ÇİMENTO ÜRETİMİ 410
Ayrıca Bk. Fırın (kurutma ve pişirme)
ÇİM MAKİNASI 415
ÇİNKO 419
ÇİVİ ÜRETİMİ 422
ÇORAP ÜRETİMİ 425
ÇÖPLERİN TOPLANMASI VE YOK EDİLMESİ 427
ÇÖZÜMLEME, KİMYASAL 431
Ayrıca Bk. Çevre kirlenmesi denetimi, Gökfiziği

D

DAGUERRE, L.J.M. 436
DAKRON BK. LİF, SENTETİK
DAKTİLO (MEKANİK VE ELEKTRİKLİ) 437
DAKTİLO (TEK ELEMANLI) 442
DALGAGÜDÜCÜ 445
DALGA HAREKETİ 449
Ayrıca Bk. Asdik ya da sonar, Billurlar ve billurbilim, Filtre (optik), Geniş açılı mercek, Havacılık elektroniği, Mikrofon, Ses, Tayfölçümü, Televizyon, renkli
DALGIÇ ÇANI 452
Ayrıca Bk. Sualtı odası
DALGIÇ DONANIMI 454
DALTON, JOHN 456
DAMITMA 458
Ayrıca Bk. Karışım
DAVY, SİR HUMPHRY 463
DEBİÖLÇER BK. AKIŞÖLÇERLER
DEBRİYAJ 464
DEĞERLİK 467
DEĞERLİ TAŞ YONTUCULUĞU 468
DELİKLİ KART BK. DELİKLİ KART MAKİNALARI; JAKAR TEZGÂHI
DELİKLİ KART MAKİNALARI 472
Ayrıca Bk. Çevrimiçi terminal, Karakter tanıma
DEMİR 476
DEMİRYOLU (TARİH) 481
DEMİRYOLU SİSTEMLERİ 486
Ayrıca Bk. Demiryolu (tarih)

DENGE, KİMYASAL BK. TERMODİNAMİK
DENİZALTI 491
DENİZALTI KABLOSU 496
DENİZ FENERİ VE FENER GEMİSİ 501
Ayrıca Bk. Fresnel merceği.
DENİZ OTOBÜSÜ BK. HİDROFOİL
DENİZ UÇAKLARI VE AMFİBİK UÇAKLAR 505
Ayrıca Bk. İniş takımı
DENİZYATAĞI MADENCİLİĞİ BK. MADENCİLİK
DENSİTOMETRE 509
DEPREMBİLİM 511
Ayrıca Bk. Petrol arama
DERAYÖR VİTES BK. BİSİKLET VİTESİ
DERİ, SENTETİK 517
DERİ ÜRETİMİ 520
DESCARTES DALGICI 522
DEŞARJ TÜPÜ 523
Ayrıca Bk. Cıva, Geiger sayacı, Işık gösterisi, Karartıcılar
DETERJAN ÜRETİMİ 527
DETONATÖR 530
Ayrıca Bk. Patlayıcılar
DEVRE KESEN BK. SİGORTALAR VE DEVRE KESENLER
DEVRİ DAİM MAKİNASI 532
DEWAR, SİR JAMES 535
DIŞLAMA İLKESİ BK. PERYODİK ÇİZELGE
DİELEKTRİK VE DİELEKTRİK DEĞİŞMEZİ BK. SIĞA (ELEKTRİKSEL)
DİESEL, RUDOLF 537
DİFERANSİYEL 538
DİKENLİ TEL ÜRETİMİ 540
DİKİNE İNİŞ KALKIŞ YAPAN UÇAKLAR BK. V/STOL UÇAKLAR
DİKİŞ MAKİNASI 542
DİNAMİK 546
Ayrıca Bk. Akışölçerler, Enerji, Güç,Hava tüneli, Havalı direksiyon, Hızölçer, Hidro ve aerodinamik, İstatistik, Korunum yasaları, Matematik, Meteoroloji, Venturi etkisi, Viskozite
DİNAMO 549
Ayrıca Bk. Dizel elektrik tahriği, Manyeto, Tarak, yüzer
DİNAMOMETRE 550
DİREKSİYON DİŞLİSİ 553
Ayrıca Bk. Süspansiyon
DİRENÇ 554
DİRENÇ ÖĞESİ 557
Ayrıca Bk. Karartıcılar
DİSTRİBÜTÖR 559
DİŞ HEKİMLİĞİ 560
Ayrıca Bk. Diş macunu
DİSLİ ÇARKLAR 565
DİŞLİ KUTUSU 568
DİŞLİ TREN 571
DİŞ MACUNU 573
DİŞ TUR AYGITI 574
Ayrıca Bk. Pnömatik aletler
DİYOT 576
Ayrıca Bk. Transistör
DİZEL ELEKTRİK TAHRİĞİ 579
Ayrıca Bk. Lokomotif
DIZEL MOTORU 582
Ayrıca Bk. Şahmerdan
DOĞRU AKIM BK. ELEKTRİK
DOĞRULTMAÇ 587
Ayrıca Bk. Telefon yanıtlama aygıtı
DOĞRUSAL ELEKTRİK MOTORU 590
DOK 593
DOKUMACILIK BK. DOKUMA TEZGÂHI
DOKUMA TEZGÂHI 598
DOLMAKALEM 602
DOPPLER OLAYI 604
Ayrıca Bk. Alarm sistemleri
DÖKME YÜK TAŞIMACILIĞI 606
Ayrıca Bk. Konveyör
DÖKÜM 610
DÖNDÜRME MOMENTİ BK. STATİK VE HİDROSTATİK, DİNAMİK
DÖNER PİSTONLU MOTOR BK. WANKEL MOTORU
DÖTERYUM VE DÖTERON BK. İZOTOP
DÖVME (METAL) 616
DRAGSTER 618
DRENAJ 619
DÜDÜKLÜ TENCERE 623
DÜMEN 624
DÜRBÜN 627

E

EDDY AKIMLARI BK. FOUCAULT AKIMLARI
EDİSON, THOMAS ALVA 630
EGZOZ SİSTEMİ (OTOMOBİLLERDE) 632
EĞİRME 633
EİDOFOR 637
EİNSTEİN, ALBERT 640
EKLÜZ SİSTEMLERİ 642
EKMEK YAPIMI 644
EKSKAVATÖR, HİDROLİK 649
Ayrıca Bk. Hafriyat makinaları
EKSTRÜZYON BK. HADDELEME
EKVATORAL KURGU 651
EL BOMBASI 653
EL-CEZERİ, İSMAİL 654
ELEKTRET 655
Ayrıca Bk. Transistör
ELEKTRİK 658
ELEKTRİK AKIMI BK. ELEKTRİK DEVRESİ
ELEKTRİK DAĞITIM ŞEBEKESİ 663
Ayrıca Bk. Üstün İletkenlik
ELEKTRİK DEVRESİ 668
Ayrıca Bk. Direnç, Hi-Fi sistemler, Magnetizma, Ohm, Georg Simon, Rezonans
ELEKTRİK KABLOSU 669

CİLT — 3

ELEKTRİKLİ TAŞITLAR 673
ELEKTRİK MOTORU 677
Ayrıca Bk. Elektrik santralı, Foucault akımları, Yürüyen merdiven
ELEKTRİK PİLİ BK. PİL (ELEKTRİK)
ELEKTRİK SANTRALI 683
Ayrıca Bk. Elektrik dağıtım şebekesi
ELEKTRİK SAYACI 689
ELEKTRİK SÜPÜRGESİ 692
ELEKTRİK TESİSATI 694
ELEKTRİK YÜKÜ BK. ELEKTROSTATİK
ELEKTROANSEFALOGRAF BK. ELEKTRONİK, TIP ALANINDA

ELEKTROKARDİYOGRAFİ BK. ELEKTRONİK, TIP ALANINDA
ELEKTROKİMYASAL İŞLEME 695
Ayrıca Bk. Levha biçimlendirme (metal)
ELEKTROLİT BK. ELEKTROLİZ
ELEKTROLİZ 697
Ayrıca Bk. Elektrik, Elektrokimyasal işleme, Elektrolizle kaplama, Emaylama, Gümüş, Karbon ve oksitleri, Motor, dıştan takma
ELEKTROLİZLE KAPLAMA 700
ELEKTROMAGNETİK IŞINIM 702
Ayrıca Bk. Billurlar ve billurbilim, Dalgagüdücü, Elektrik, Fotometri, Optoelektronik, Renk ölçümü, Tayfölçümü
ELEKTROMAGNETİZMA 706
Ayrıca Bk. Dalgagüdücü, Elektromagnetik ışınım, Gitar, Kütle tayfölçümü, Mikrofon, Oersted, Radyo, Solenoit, Transformatör, Üstün iletkenlik
ELEKTROMETRE BK. ELEKTROSTATİK
ELEKTROMOTOR KUVVET BK. ELEKTRİK DEVRESİ
ELEKTRON 709
ELEKTRONİK 711
ELEKTRONİK, TIP ALANINDA 714
Ayrıca Bk. Optoelektronik, Stetoskop
ELEKTRONİK HABER PANOLARI 717
ELEKTRONİK KARIŞTIRMA 718
ELEKTRON MİKROSKOPU 720
ELEKTRON OPTİĞİ BK. ELEKTRON MİKROSKOPU
ELEKTRON VOLT BK. ENERJİ
ELEKTROSTATİK 724
Ayrıca Bk. Alan ve kuvvetler, Dalgagüdücü, Kserografi, Piezoelektrik malzemeler, Potansiyel
ELEMANTER TANECİK BK. TANECİK FİZİĞİ
ELEMENT, KİMYASAL 727
Ayrıca Bk. İzotop
ELEVATÖR 728
ELMAS 730
ELMAS TRAŞLANMASI VE CİLALANMASI 734
ELMA ŞARABI ÜRETİMİ 736
EL TERAZİSİ BK. TARTILAR
EMAYLAMA 739
EMPEDANS BK. ELEKTRİK DEVRESİ
ENDER TOPRAK ELEMENTLERİ BK. GEÇİŞ ELEMENTLERİ
ENERJİ 741
ENERJİ DEPOLAMA 745
Ayrıca Bk. Enerji kaynakları
ENERJİ KAYNAKLARI 749
Ayrıca Bk. Enerji depolama, Güneş enerjisi, Korunum teknolojisi
ENJEKSİYON KALIPLAMA BK. PLASTİKLER
ENTALPİ VE ENTROPİ BK. TERMODİNAMİK
ENTANSİF HAYVANCILIK BK. YOĞUN HAYVANCILIK
ENTEGRE DEVRELER 755
Ayrıca Bk. Kuvars saati
ENTERFEROMETRE BK. GİRİŞİMÖLÇER
EPİKUROS 757
Ayrıca Bk. Elektrik
ERGONOMİK BİÇİMLENDİRME 758
ERİME BK. MADDE (ÖZELLİKLERİ)
EROZYON DENETİMİ BK. TOPRAK AŞINMASI DENETİMİ
ESİR 763
ESKİ YAPITLARIN KORUNMASI 764
ESNEKLİK 766
Ayrıca Bk. Hooke, Robert
EŞANJÖR BK. ISI DEĞİŞTİRİCİSİ
EYLEMSİZLİK 768
EYLEMSİZLİKLE GÜDÜM 770
Ayrıca Bk. Füze
EYLEMSİZLİK MOMENTİ BK. EYLEMSİZLİK

F

FARAD BK. SIĞA, ELEKTRİKSEL
FARADAY, MİCHAEL 775
FAZ BK. MADDE (ÖZELLİKLERİ)
FAZ BK. SİNÜS DALGASI
FERMİ, ENRİCO 776
FERMUAR 778
FERROMAGNETİZMA BK. MAGNETİZMA
FIRIN (KURUTMA VE PİŞİRME) 780
FIRIN (METALÜRJİ) 783
FIRLATMA KOLTUĞU 787
Ayrıca Bk. Paraşüt
FIRLATMA SOPALARI BK. BUMERANG VE BENZERLERİ
FİBERGLAS BK. CAM ELYAFI
FİLM 790
Ayrıca Bk. Fotoğraf banyo İşlemleri
FİLM BK. SİNEMA FİLMİ YAPIMI
FİLTRE, ELEKTRİKSEL 795
Ayrıca Bk. Org
FİLTRE, OPTİK 796
Ayrıca Bk. Televizyon, renkli
FİZİK 799
FİZYON 802
Ayrıca Bk. Radyoaktiflik
FLAŞ 803
FLEMİNG, SİR JOHN AMBROSE 806
FLOJİSTON 807
Ayrıca Bk. Oksijen
FLÜDİK 808
Ayrıca Bk. Valf, mekanik
FLÜOR BK. HALOJEN
FLÜORESAN LAMBA BK. DEŞARJ TÜPÜ
FLÜORLAMA (SUYU) BK. HALOJEN
FLÜOROSKOPİ 810
FLÜT BK. NEFESLİ ÇALGILAR, TAHTA
FORD, HENRY 812
FORKLİFT BK. ÇATALLI İSTİFLEYİCİ
FOSFOR 813
FOTOÇOĞALTICI TÜP 816
FOTODİZGİ 818
FOTOFİNİŞ 821
FOTOĞRAF BK. FOTOĞRAF BANYO İŞLEMLERİ; FOTOĞRAF MAKİNASI; FİLM
FOTOĞRAF BANYO İŞLEMLERİ 823
Ayrıca Bk. Film, Polaroid fotoğraf makinası
FOTOĞRAF MAKİNASI 827
Ayrıca Bk. Geniş açılı mercek
FOTOĞRAF MALZEMESİ ÜRETİMİ BK. FİLM
FOTOKOPİ MAKİNASI 833
FOTOMETRİ 836
Ayrıca Bk. Fleming, Isı ölçümü ve ısı
FOTOMİKROGRAFİ 838
FOTON BK. KUVANTUM KURAMI
FOTOSEL 841
Ayrıca Bk. Elektromagnetik ışınım, Transdüktör, Yarıiletken

FOUCAULT, LEON 843
FOUCAULT AKIMLARI 844
FRANKLİN, BENJAMİN 845
Ayrıca Bk. Elektrik
FREKANS BK. DALGA HAREKETİ; SİNÜS DALGASI
FREKANS MODÜLASYONU 846
Ayrıca Bk. Çevrimiçi terminal, Filtre, elektriksel, Mikrodalga, Stereo radyo
FREN 847
FRESNEL MERCEĞİ 853
FULTON, ROBERT 855
FÜZE 856
Ayrıca Bk. Mermi
FÜZYON 862

G

GALİLEİ, GALİLEO 864
GALVANİZLEME 865
Ayrıca Bk. Çinko
GALVANOMETRE 867
GAMA IŞINLARI 869
Ayrıca Bk. İzotop
GAUSS, CARL FRİEDRİCH 870
GAZ BK. MADDE (ÖZELLİKLERİ)
GAZETE HAZIRLANMASI 871
GAZLA AYDINLATMA 876
GAZ MASKESİ 879
GAZ SAYACI 881
GAZ TÜRBİNİ BK. JET MOTORU VE GAZ TÜRBİNİ
GAZ ÜRETİMİ 883
GAZ YASALARI 887
Ayrıca Bk. Buhar basıncı, Dalton, John, Soğutma
GEÇİŞ ELEMENTLERİ 889
Ayrıca Bk. Sentetik elementler
GEÇİŞME BK. OSMOZ
GEÇİTLER BK. MANTIK DEVRELERİ
GEİGER SAYACI 893
GELGİT 895
GEMİLER 899
GENİŞ AÇILI MERCEK 907
GENLİK BK. SİNÜS DALGASI
GENLİK MODÜLASYONLU RADYO 910
Ayrıca Bk. Stereo radyo, Transistör
GERİ BESLEME 911
Ayrıca Bk. Servomekanizma
GERİLİM DÜZENLEYİCİ VE KESİCİ 912
GERİLİMÖLÇER 915
GERİ TEPMESİZ SİLAHLAR 918
GİRİŞİM BK. DALGA HAREKETİ
GİRİŞİMÖLÇER 920
Ayrıca Bk. Geniş açılı mercek, Optik
GİTAR 922
GİYİM ENDÜSTRİSİ 927
GİZLİ DİNLEME AYGITLARI 929
GİZLİ ISI BK. MADDE (ÖZELLİKLERİ)
GODDARD, ROBERT 933
GÖKFİZİĞİ 934
Ayrıca Bk. Nötron
GÖRECELİK 937
GÖRMEYENLERE YARDIMCI AYGITLAR 942
GÖRSEL-İŞİTSEL AYGITLAR 946
Ayrıca Bk. Geri besleme
GÖRÜNTÜ EFEKTLERİ 949
GÖRÜNTÜLEMEYE YARDIMCI TEKNİKLER 955
GÖRÜNTÜ YOĞUNLAŞTIRICI 957
GÖZLEMEVİ 959
GÖZLÜK 962
GRAFİK GÖRÜNTÜ 966
GRAFİT BK. KARBON VE OKSİTLERİ
GRAMOFON BK. PİKAP
GRAVİMETRE BK. YERFİZİĞİ
GRAVİTASYON BK. YERÇEKİMİ
GUANO BK. GÜBRE
GUARİCKE, OTTO VON 968
GUTENBERG, JOHANNES 970
GÜBRE 971
GÜÇ 974
GÜDÜMLÜ MERMİ BK. MERMİ
GÜMÜŞ 976
GÜNEŞ ENERJİSİ 979
Ayrıca Bk. Uydu, yapay
GÜNEŞ SAATİ 983
GÜRÜLTÜ ÖLÇÜMÜ 985
Ayrıca Bk. Radyo, Ses yalıtımı
GÜVENLİK SİSTEMLERİ 987

H

HABERLEŞME UYDULARI 990
HADDELEME 994
HAFRİYAT MAKİNALARI 997
HALAT YAPIMI 1001
HALI YAPIMI 1004

CİLT — 4

HALOJEN 1009
Ayrıca Bk. Fotoğraf banyo işlemleri, Peryodik çizelge, Süblimleşme
HARÇ 1010
HARF DÖKÜMÜ 1011
HARGRAVES, JAMES 1013
HARİTACILIK 1014
Ayrıca Bk. Kadastro
HARMAN MAKİNASI 1017
HARMONİUM 1019
HAVAALANI 1020
HAVA BASINCIYLA ÇALIŞAN TRENLER 1026
HAVACILIK ELEKTRONİĞİ 1028
Ayrıca Bk. Doppler olayı, Havaalanı
HAVA FOTOĞRAFÇILIĞI 1033
Ayrıca Bk. Haritacılık, Navigasyon
HAVA GEMİSİ 1036
HAVAİ DEMİRYOLU 1039
Ayrıca Bk. Demiryolu (tarih)
HAVAİ FİŞEK VE İŞARET FİŞEĞİ 1040
HAVA KANADI BK. AEROFOİL
HAVALANDIRMA 1042
HAVALI ÇEKİÇ 1044
Ayrıca Bk. Pnömatik aletler
HAVALI DİREKSİYON 1046
HAVALI FRENLER 1049
HAVAN TOPU 1051
HAVA TAHMİNİ 1053
Ayrıca Bk. Meteoroloji
HAVA TAMPONU 1059
HAVA TRAFİĞİ DENETİMİ 1060
Ayrıca Bk. Havaalanı, Mikrodalga
HAVA TÜNELİ 1064
HAVA YASTIKLI TAŞITLAR 1069
Ayrıca Bk. Jet motoru ve gaz türbini

HELİKOPTER 1073
HENRY BK. İNDÜKTANS
HERON, BÜYÜK YA DA İSKENDERİYELİ 1079
HERSCHEL, WİLLİAM VE JOHN 1079
HESAP MAKİNALARI 1081
Ayrıca Bk. Pascal, Blaise
HIZ BK. DİNAMİK
HIZAR BK. KERESTE ENDÜSTRİSİ
HIZLI DONDURMA BK. YİYECEKLERİN İŞLENMESİ
HIZLI ULAŞIM SİSTEMLERİ 1086
Ayrıca Bk. Demiryolu (tarih), Metro
HIZÖLÇER 1088
HİDROELEKTRİK GÜÇ BK. ELEKTRİK SANTRALI
HİDROFOİL 1090
Ayrıca Bk. Savaş gemileri
HİDROFON 1092
Ayrıca Bk. Piezoelektrik malzemeler
HİDROJEN 1094
HİDROJEN BAĞI BK. HİDROJEN
HİDROJEN BOMBASI 1096
HİDROKARBON 1099
Ayrıca Bk. Aromatik bileşikler, Hidrojen, Magnetometre, Petrol rafinerisi
HİDROLİK DEBRİYAJ (OTO) BK. OTOMATİK TRANSMİSYON
HİDROLİK MEKANİZMALAR 1102
HİDROLİZ 1106
Ayrıca Bk. Ketonlar
HİDROLOJİ BK. SUBİLİMİ
HİDROMETRE BK. ÖZGÜL AĞIRLIK VE BUHAR YOĞUNLUĞU
HİDROSTATİK BK. STATİK VE HİDROSTATİK
HİDRO VE AERODİNAMİK 1107
Ayrıca Bk. Dümen, Hava tüneli, Pitot tüpü, Viskozite
Hİ—Fİ SİSTEMLER 1112
Ayrıca Bk. Mikrofon, Pikap
HİGROMETRE BK. NEMÖLÇER
HİPERSONİK UÇUŞ BK. SÜPERSONİK UÇUŞ
HİSTEREZİS BK. MAGNETİZMA
HOLOGRAFİ 1116
HONNECOURT, VİLLARD DE 1119
HOOKE, ROBERT 1120
HOPARLÖR 1121
HOVERKRAFT BK. HAVA YASTIKLI TAŞITLAR
HUYGENS, CHRİSTİAAN 1125

I

ISI BK. ISIÖLÇÜMÜ VE ISI
ISI DEĞİŞTİRİCİSİ 1126
IŞIL İŞLEM 1127
Ayrıca Bk. Çatal-bıçak üretimi, Çelik üretimi, Kasa
ISI MAKİNASI 1130
Ayrıca Bk. Elektrik santralı
ISIÖLÇÜMÜ VE ISI 1131
Ayrıca Bk. Aşırı soğuk maddeler, Lazer ve mazer, Su, Termos
ISI POMPASI 1133
Ayrıca Bk. Aşırı soğuk maddeler
ISITICILAR 1135
IŞIĞA DUYARLI CAM 1140
IŞIK 1141
IŞIK GÖSTERİSİ 1144
Ayrıca Bk. Stroboskop
IŞIKÖLÇÜMÜ BK. FOTOMETRİ
IŞILETKİNLİK BK. RADYOAKTİFLİK
IŞINIM BK. ELEKTROMAGNETİK IŞINIM; TANECİK FİZİĞİ

İ

İÇTEN YANMALI MOTOR 1146
Ayrıca Bk. Dragster, Motor, dıştan takma
İKLİMLEME 1151
İLETİM, ELEKTRİKSEL 1153
Ayrıca Bk. Ateşleme sistemi (otomobillerde), Dalgagüdücü, Deşarj tüpü, Elektrik, Magnetohidrodinamik, Termoelektrik aygıtlar, Üstün iletkenlik
İNDİRGENME BK. YÜKSELTGENME VE İNDİRGENME
İNDÜKSİYON BOBİNİ 1155
Ayrıca Bk. Metal bulucuları
İNDÜKTANS 1157
Ayrıca Bk. Alıcı, Ateşleme sistemi (otomobillerde), Doğrultmaç, Elektrik, Mikrofon, Osilatör
İNİŞ TAKIMI 1158
İPEK BK. LİF, DOĞAL
İSPİRTOLU İÇKİLER 1162
İSTATİSTİK 1165
İŞ BK. ENERJİ
İŞ GÜVENLİĞİ 1170
İŞİTME AYGITI 1174
İVME BK. DİNAMİK
İVMEÖLÇER 1177
İYON TAHRİĞİ 1178
Ayrıca Bk. İyon ve iyonlaşma, Roket, Uzay aracı, insanlı
İYON VE İYONLAŞMA 1180
Ayrıca Bk. Gama ışınları, Güvenlik sistemleri, Magnetohidrodinamik, Tanecik bulucuları
İZAFİYET BK. GÖRECELİK
İZOLATÖR BK. YALITKAN (ELEKTRİK)
İZOTOP 1182
Ayrıca Bk. Petrol arama

J

JAKAR TEZGÂHI 1185
Ayrıca Bk. Dokuma tezgâhı
J.A.T.O. VE R.A.T.O. 1187
Ayrıca Bk. Jet motoru ve gaz türbini
JENERATÖR BK. DİNAMO
JEODEZİK YAPILAR BK. KAFES SİSTEMLER
JEOFİZİK BK. YERFİZİĞİ
JEOLOJİ BK. YERBİLİM TEKNİKLERİ
JET MOTORU VE GAZ TÜRBİNİ 1189
Ayrıca Bk. Birincil iş makinaları, Elektrik santralı, Füze, Lokomotif, Türbin
JİROPUSULA BK. CAYROPUSULA
JİROSKOP BK. CAYROSKOP
JOULE, JAMES PRESCOTT 1192

K

KABARCIK ODASI 1194
KABARTMA MAKİNALARI 1197
KABLOLU ULAŞIM ARAÇLARI 1199
Ayrıca Bk. Tramvay ve troleybüs
KADASTRO 1203
Ayrıca Bk. Haritacılık

KAFES SİSTEMLER 1207
Ayrıca Bk. Kutu kirişli köprü, Statik ve hidrostatik
KAĞIT PARA OTOMATLARI 1211
Ayrıca Bk. Bilet otomatları
KAĞIT ÜRETİMİ 1212
KAHVE ÜRETİMİ 1217
KAKAO ÜRETİMİ 1219
KALAY 1221
KALDIRAÇ 1223
KALIN VE İNCE FİLMLİ DEVRELER 1225
Ayrıca Bk. Basılı devre üretimi
KALIP DÖKÜM 1227
KALİTE KONTROL BK. NİTELİK DENETİMİ
KALORİ BK. ISIÖLÇÜMÜ VE ISI
KALP-AKCİĞER POMPASI 1229
KALPAZANLIK VE SAHTECİLİK 1231
Ayrıca Bk. Adli bilim
KALP KAPAKÇIKLARI, YAPAY 1234
KALP PİLLERİ 1237
KAM 1239
KAMERA 1240
KANAL 1245
KANALİZASYON BK. DRENAJ
KAN GRUBU SAPTAMA 1249
KANTAR (TAŞITLAR İÇİN) 1252
KAOLİN 1253
KAPASİTANS (ELEKTRİKSEL) Bk. SIĞA (ELEKTRİKSEL)
KAPASİTÖR BK. KONDANSATÖR
KAPI KAPAMA DÜZENEKLERİ 1256
KARABİNA 1257
KARAKTER TANIMA 1258
Ayrıca Bk. Bagaj taşıma sistemleri, Kasa, yazar
KARA KUTU BK. UÇUŞ KAYIT AYGITLARI
KARANLIK ODA 1262
KAR ARABASI BK. PALETLİ TAŞITLAR
KARARTICILAR 1263
KARAYOLU YÜK TAŞIMACILIĞI 1264
Ayrıca Bk. Havalı frenler
KARBOKSİLLİ ASİTLER 1269
Ayrıca Bk. Hidrojen, Kozmetik üretimi, Yağlama
KARBON BİLEŞİKLERİ BK. ORGANİK KİMYA
KARBONHİDRATLAR 1271
Ayrıca Bk. Hidrojen, Polimer ve Polimerleşme
KARBON LİFİ 1275
KARBON VE OKSİTLERİ 1278
KARBÜRATÖR 1282
KARDAN KAVRAMASI 1284
KARIŞIM 1286
KARIŞTIRICI 1287
KARİYON 1290
KARPİT LAMBASI BK. ASETİLEN LAMBASI
KARŞI MADDE BK. ATOM VE MEKANİZMASI; TANECİK FİZİĞİ; VAKUM
KASA 1293
KASA, YAZAR 1295
KASET VE KARTUŞ 1298
KATADİYOPTRİK SİSTEMLER 1301
Ayrıca Bk. Schmidt teleskopu
KATALİZÖR 1302
Ayrıca Bk. pH-Asitliğin ölçümü
KATAPULT, BUHARLI BK. MANCINIK, BUHARLI
KATI BK. MADDE (ÖZELLİKLERİ)
KATOT IŞINI TÜPÜ 1306
Ayrıca Bk. Görüntü yoğunlaştırıcı, Televizyon (temel ilkeler)
KAUÇUK, DOĞAL 1309
Ayrıca Bk. Kauçuk, sentetik
KAUÇUK, SENTETİK 1311
Ayrıca Bk. Kauçuk, doğal, Polimer ve polimerleşme
KAYNAK 1314
KAZIBİLİM TEKNİKLERİ BK. ARKEOLOJİ TEKNİKLERİ
KEÇE ÜRETİMİ 1321
Ayrıca Bk. Kumaş
KELVİN, LORD 1323
Ayrıca Bk. Joule, James Prescott
KEMAN BK. YAYLI ÇALGILAR
KEMERLER 1324
KEPLER, JOHANNES 1328
KERESTE ENDÜSTRİSİ 1329
KETONLAR 1335
Ayrıca Bk. Hidrojen
KIRINMA 1336
KIYMA MAKİNASI 1339
KIZILALTI IŞINIM 1340
KİBRİT ÜRETİMİ 1343
Ayrıca Bk. Fosfor

CİLT — 5

KİLİT 1345
KİMYA 1348
KİMYA ENDÜSTRİSİ (TARİH) 1350
KİMYASAL BAĞLANMA BK. BAĞ, KİMYASAL
KİNETİK BK. DİNAMİK
KİNETİK ENERJİ BK. ENERJİ
KİNETİK KURAMI BK. GAZ YASALARI
KİRCHHOFF, GUSTAV ROBERT 1353
KLARNET BK. NEFESLİ ÇALGILAR, TAHTA
KLAVSEN BK. PİYANO
KLİMATİZASYON BK. İKLİMLEME
KLİSTRON BK. RADAR
KLOR VE BİLEŞİKLERİ 1354
KOLORİMETRİ BK. RENK ÖLÇÜMÜ
KOL SAATİ (ELEKTRONİK) 1356
KOL SAATİ (MEKANİK) 1358
Ayrıca Bk. Kol saati (elektronik)
KOMPRESÖR 1360
KONDANSATÖR 1362
Ayrıca Bk. Elektrik
KONJONKTÖR BK. GERİLİM DÜZENLEYİCİ VE KESİCİ
KONSERVELEME 1365
Ayrıca Bk. Paketleme, Yiyeceklerin işlenmesi
KONSOL KÖPRÜ 1367
KONTAKT LENS BK. TEMAS MERCEĞİ
KONTEYNER TAŞIMACILIĞI 1369
Ayrıca Bk. Demiryolu sistemleri, Kren
KONTRAPEDAL FREN 1373
KONTRPLAK BK. TAHTA, YAPAY
KONUŞAN SAAT 1374
KONVEYÖR 1377
KOPERNİK, NİKOLAJ 1378
KORİOLİS KUVVETİ 1379
KORNA VE KLAKSON 1380
KORNO BK. NEFESLİ ÇALGILAR, MADENİ
KOROLYOV, SERGEY 1382
KOROZYON ÖNLEME 1383
Ayrıca Bk. Boru hattı, Çinko, Demir, Eski yapıtların korunması, Motor, dıştan takma

KORUNUM TEKNOLOJİSİ 1386
Ayrıca Bk. Enerji kaynakları
KORUNUM YASALARI 1389
Ayrıca Bk. Enerji, Termodinamik
KOZMETİK ÜRETİMİ 1390
KÖMÜR KATRANI 1392
KÖMÜR MADENCİLİĞİ 1393
Ayrıca Bk. Madencilik
KÖPRÜ (TARİH) 1399
Ayrıca Bk. Asma köprü
KÖPRÜ (YAPI) 1403
KREMAYER BK. DİREKSİYON DİŞLİSİ
KREN 1408
KRİKO, HİDROLİK BK. HİDROLİK MEKANİZMALAR
KRİKO, VİDALI BK. VİDA
KRİSTAL VE KRİSTALLOGRAFİ BK. BİLLURLAR VE BİLLURBİLİM
KROM 1411
KROMATOGRAFİ 1413
Ayrıca Bk. Kütle tayfölçümü
KROM KAPLAMA BK. ELEKTROLİZLE KAPLAMA
KSEROGRAFİ 1415
KUADROFONİK BK. STEREOFONİ VE KUADROFONİ
KUMAŞ 1418
Ayrıca Bk. Dokuma tezgâhı
KUMAŞ DESENİ BASMA 1422
Ayrıca Bk. Direnç öğesi
KUMLA TEMİZLEME BK. AŞINDIRICILAR
KURŞUN 1425
KURU TEMİZLEME 1428
KUTU KİRİŞLİ KÖPRÜ 1431
KUVANTUM KURAMI 1434
Ayrıca Bk. Alan ve kuvvetler, Atom saati, Bohr, Niels, Elektromagnetik ışınım, Kırınma, Newton, Optik, Tanecik fiziği
KUVARS HALOJEN AMPUL BK. AMPUL (ELEKTRİK)
KUVARS SAATİ 1436
Ayrıca Bk. Konuşan saat
KUVVET BK. DİNAMİK
KUVVET BK. MATEMATİK
KUVVETÖLÇER BK. DİNAMOMETRE
KUYULAR 1438
KÜKÜRT 1441
KÜLTİVATÖR 1443
KÜTLE-ENERJİ EŞDEĞERLİLİĞİ 1446
Ayrıca Bk. Görecelik, Lazer ve mazer
KÜTLE TAYFÖLÇÜMÜ 1447
Ayrıca Bk. Azot, İyon ve iyonlaşma, İzotop
KÜTLE VE AĞIRLIK 1450
KÜTLE VE AĞIRLIK MERKEZİ BK. STATİK VE HİDROSTATİK

L

LAĞIM SULARININ TEMİZLENMESİ 1452
Ayrıca Bk. Drenaj
LAMBA (ELEKTRİK) BK. AMPUL (ELEKTRİK)
LAMBA (PETROL) 1454
LATERNA 1456
LAVOİSİER, ANTOİNE 1458
LAZER VE MAZER 1458
Ayrıca Bk. Mikrodalga, Osilatör
LEHİMLEME 1484
Ayrıca Bk. Perçinleme
LEONARDO DA VİNCİ BK. VİNCİ, LEONARDO DA
LEVHA BİÇİMLENDİRME, METAL 1465
Ayrıca Bk. Takım tezgâhı
LEVHA ÇEKME, METAL 1469
Ayrıca Bk. Haddeleme, Tel ve kablo üretimi, Yüzey işleme
LİF, DOĞAL 1472
LİF, SENTETİK 1475
Ayrıca Bk. Eğirme, Karbon lifi, Paraşüt, Plastikler
LİF OPTİĞİ 1479
Ayrıca Bk. Dalgagüdücü, Lazer ve mazer
LİLİENTHAL, OTTO 1481
LİNOLYUM ÜRETİMİ 1482
LİNOTİP VE MONOTİP 1483
LİTOGRAFİ 1486
Ayrıca Bk. Fotodizgi, Haritacılık
LOGARİTMA 1489
Ayrıca Bk. Kuvars saati, Newton yasaları
LOKOMOTİF 1491
LUMİÈRE KARDEŞLER 1497
LUNAPARK MAKİNALARI 1498
LÜMİNESANS 1501
Ayrıca Bk. Fosfor, Morötesi lambası, Sodyum

M

MADDE (ÖZELLİKLERİ) 1503
Ayrıca Bk. Yüzey gerilimi
MADENCİLİK 1506
Ayrıca Bk. Demir
MADENİ PARA 1513
Ayrıca Bk. Kalpazanlık ve sahtecilik
MAGNETİK BANT 1515
MAGNETİZMA 1516
Ayrıca Bk. Alıcı, Dinamo, Madde (özellikleri), Magnetik bant, Magnetohidrodinamik, Nikel, Nükleer magnetik rezonans, Osilatör, Pusula, magnetik, Röle, Solenoit, Teyp, Transformatör
MAGNETO BK. MANYETO
MAGNETOHİDRODİNAMİK 1522
MAGNETOMETRE 1525
MAKARA 1527
MAKİNALI TABANCA 1529
MAKİNALI TÜFEK 1532
MANCINIK 1534
Ayrıca Bk. Honnecourt, Villar De
MANCINIK, BUHARLI 1537
Ayrıca Bk. Doğrusal elektrik motoru
MANEVRA İSTASYONU 1539
Ayrıca Bk. Demiryolu (tarih)
MANOMETRE 1540
Ayrıca Bk. Cıva
MANTIK DEVRELERİ 1542
Ayrıca Bk. Bellek aygıtları, Valf, mekanik
MANYETO 1545
MARANGOZ TEZGÂHLARI 1547
MARCONİ, GUGLİELMO 1549
MAREY, ETİENNE JULES 1550
MARŞ MOTORU 1552
MATEMATİK 1553
Ayrıca Bk. Cayropusula, Dalga hareketi, Eylemsizlikle güdüm, Görecelik, Kadastro, Mantık devreleri, Sinüs dalgası, Tahrik, eylemsizlikle, Televizyon, renkli

MATKAP, ELEKTRİKLİ 1558
MAXİM, SİR HİRAM 1560
MAXWELL, JAMES CLERK 1561
Ayrıca Bk. Elektrik
MAYA 1562
MAYIN 1565
MENDELEYEV, DİMİTRİY İVANOVİÇ 1567
MERCEK 1568
Ayrıca Bk. Geniş açılı mercek, Schmidt teleskopu
MERKEZKAÇ VE MERKEZCİL KUVVET 1571
Ayrıca Bk. Makara, Servomekanizma
MERMİ (TABANCA VE TÜFEK) 1572
MESAFE KAYDEDİCİ 1574
METAL 1575
METAL BULUCULARI 1578
Ayrıca Bk. Güvenlik sistemleri
METAL ÇEKME 1581
Ayrıca Bk. Çelik üretimi
METAL OYMA VE ASİTLE YAKMA 1583
Ayrıca Bk. Basılı devre üretimi, Haritacılık
METEOROLOJİ 1585
Ayrıca Bk. Gözlemevi, Hava tahmini
METRO 1590
METRONOM 1592
MIKNATIS TAŞI BK. MAGNETİZMA
MIZIKA BK. AĞIZ ARMONİKASI
MİCHELSON-MORLEY DENEYİ BK. ESİR
MİKRODALGA 1593
Ayrıca Bk. Elektronik, Radar
MİKROFİLM 1597
MİKROFON 1599
Ayrıca Bk. Telefon
MİKROFOTOĞRAFÇILIK 1603
MİKROMETRE 1604
MİKROSKOP 1605
MİKROSKOP (ELEKTRON) BK. ELEKTRON MİKROSKOPU
MİKROTOM 1610
Ayrıca Bk. Mikroskop
MİKSER BK. KARIŞTIRICI
MİNELEME BK. EMAYLAMA
MODÜLASYON BK. GENLİK MODÜLASYONLU RADYO; FREKANS MODÜLASYONU; VURU KOD MODÜLASYONU
MOLEKÜL 1612
Ayrıca Bk. Organik kimya
MOMENTUM BK. DİNAMİK
MONOTİP BK. LİNOTİP VE MONOTİP
MONTAJ HATTI 1614
MORÖTESİ IŞINIM BK. ELEKTROMAGNETİK IŞINIM
MORÖTESİ LAMBASI 1618
MORSE, SAMUEL F.B. 1619
MOTOR (ELEKTRİK) BK. ELEKTRİK MOTORU
MOTOR, DIŞTAN TAKMA 1620
MOTOSİKLET 1623
MUŞAMBA ÜRETİMİ BK. LİNOLYUM ÜRETİMİ
MUTLAK SICAKLIK BK. SICAKLIK
MUTLAK SIFIR BK. SICAKLIK

N

NADİR TOPRAK ELEMENTLERİ BK. GEÇİŞ ELEMENTLERİ
NASMYTH, JAMES 1628
NAVİGASYON 1628
Ayrıca Bk. Denizaltı, Havacılık elektroniği
NAYLON ÜRETİMİ BK. LİF, SENTETİK
NEFESLİ ÇALGILAR, MADENİ 1632
Ayrıca Bk. Korna ve klakson
NEFESLİ ÇALGILAR, TAHTA 1637
NEMÖLÇER 1640
NEON LAMBASI BK. DEŞARJ TÜPÜ
NEWCOMEN, THOMAS 1641
NEWTON, SİR İSAAC 1642
NEWTON YASALARI 1643
Ayrıca Bk. Kütle ve ağırlık
NİEPCE, JOSEPH NİCÉPHORE 1645
NİKEL 1646
NİTELİK DENETİMİ 1649
Ayrıca Bk. Ses, Sesötesi dalgalar, Tanecik hızlandırıcıları
NİTROJEN BK. AZOT
NOBEL, ALFRED BERNHARD 1651
NÖTRİNO BK. TANECİK FİZİĞİ
NÖTRON 1652
NÜKLEER MAGNETİK REZONANS 1653
NÜKLEER REAKTÖR 1656
Ayrıca Bk. Elektrik santralı, Radyoaktiflik

O

ODAK UZAKLIĞI BK. MERCEK
OERSTED, HANS CHRİSTİAN 1661
OFTALMOSKOP 1662
OHM, GEORG SİMON 1663
OHM YASASI BK. DİRENÇ
OKSİDASYON BK. YÜKSELTGENME VE İNDİRGENME
OKSİJEN 1664
OPTİK 1669
Ayrıca Bk. Çözümleme, kimyasal, Fotoğraf makinası, Fresnel merceği, Lif optiği, Mercek, Prizma
OPTİK ÖĞE ÜRETİMİ 1672
Ayrıca Bk. Gözlük
OPTOELEKTRONİK 1674
ORAK MAKİNASI BK. BİÇERDÖVER
ORG 1678

CİLT — 6 —

ORGANİK KİMYA 1681
Ayrıca Bk. Polarimetre
OSİLATÖR 1683
Ayrıca Bk. Mikrodalga
OSİLOSKOP 1686
OSMOZ 1689
OTOJİR 1691
OTOKLAV 1695
OTOMATİK DENETİM (ENDÜSTRİDE) 1696
Ayrıca Bk. Bilgisayarlar, Dikiş makinası
OTOMATİK TABANCA 1701
OTOMATİK TRANSMİSYON 1704
Ayrıca Bk. Çatallı istifleyici
OTOMATLAR 1710
OTOMOBİL 1712
OTOMOBİL GÜVENLİĞİ 1718
OZON BK. OKSİJEN

Ö

ÖLÇME SİSTEMLERİ BK. BİRİM SİSTEMLERİ
ÖRGÜ MAKİNASI 1722
Ayrıca Bk. Kumaş
ÖZGÜL AĞIRLIK VE BUHAR YOĞUNLUĞU 1724
ÖZGÜL ISI BK. RENK ÖLÇÜMÜ

P

PAKETLEME 1726
PALANGA BK. MAKARA
PALETLİ TAŞITLAR 1728
PANTOGRAF 1731
PAPİN, DENİS 1732
PARA,MADENİ BK. MADENİ PARA
PARAKETE, OTOMATİK BK. MESAFE KAYDEDİCİ
PARAPLANÖR 1733
Ayrıca Bk. Paraşüt
PARAŞÜT 1734
PARATONER BK. YILDIRIMLIK
PARAVAN 1737
PASCAL, BLAİSE 1739
PASLANMAZ ÇELİK BK. ALAŞIM; ÇELİK ÜRETİMİ
PATLAYICILAR 1740
Ayrıca Bk. Azot
PELTON ÇARKI BK. TÜRBİN
PERÇİNLEME 1743
PERİSKOP 1745
PERSPEKS ÜRETİMİ BK. PLASTİKLER
PERVANE (GEMİ) 1747
PERVANE (UÇAK) 1749
PERYODİK ÇİZELGE 1752
Ayrıca Bk. Radyoaktiflik
PETROL ARAMA 1755
Ayrıca Bk. Ses
PETROL RAFİNERİSİ 1757
Ayrıca Bk. Benzin, sentetik, Karışım, Katalizör
pH— ASİTLİĞİN ÖLÇÜMÜ 1761
PİEZOELEKTRİK MALZEMELER 1764
Ayrıca Bk. Nemölçer
PİKAP 1767
Ayrıca Bk. Hi-fi sistemler, plak üretimi
PİL, ELEKTRİK 1771
PİLOTSUZ UÇAK 1773
PİPE-LİNE BK. BORU HATTI
PİRAMİT YAPIMI 1776
Ayrıca Bk. Kaldıraç
PİRİNÇ LEHİMİ 1778
PİRİNÇ ÜRETİMİ 1780
PİROTEKNİK BK. HAVAİ FİŞEK VE İŞARET FİŞEĞİ
PİTOT TÜPÜ 1784
PİYANO 1786
PLAK ÜRETİMİ 1787
Ayrıca Bk. Hi-fi sistemler, Stereofoni ve kuadrofoni
PLANCK, MAX 1791
PLANCK DEĞİŞMEZİ BK. KUVANTUM KURAMI
PLANETARYUM BK. YILDIZ DÜŞÜRGEÇİ
PLANET DİŞLİ MEKANİZMALARI 1791
PLANÖR 1793
PLASTİKLER 1796
Ayrıca Bk. Geçiş elementleri, Karbon lifi
PLATİN GRUBU METALLERİ 1800
Ayrıca Bk. Gümüş, Soğurum
PLAZMA BK. MADDE (ÖZELLİKLERİ)
PNÖMATİK ALETLER 1802
POLARİMETRE 1804
POLARİSKOP BK. POLARİMETRE
POLARMA 1805
Ayrıca Bk. Organik kimya, Polarimetre, Stereoskopi
POLAROGRAF 1809
POLAROİD FOTOĞRAF MAKİNASI 1809
POLİETİLEN (POLİTEN) BK. PLASTİKLER
POLİGRAF 1813
POLİMER VE POLİMERLEŞME 1814
Ayrıca Bk. Oksijen, Proteinler
POMPA 1817
Ayrıca Bk. Süperşarjör ve türboşarjör
PORSELEN KİLİ BK. KAOLİN
POTANSİYEL 1822
Ayrıca Bk. Venturi etkisi
POTANSİYOMETRE 1823
Ayrıca Bk. Nitelik denetimi
POZOMETRE 1825
PRİZMA 1827
PROJEKSİYON MAKİNALARI 1829
Ayrıca Bk. Fotodizgi, Harf dökümü
PROTEİNLER 1832
PROTON 1834
PUL BASIMI BK. TİFDRUK BASKI
PULLUK 1835
PUSULA, MAGNETİK 1838
PÜSKÜRTME TABANCASI 1840

R

RADAR 1842
RADYATÖR BK. ISITICILAR
RADYO 1846
Ayrıca Bk. Telsiz telefon
RADYOAKTİFLİK 1849
Ayrıca Bk. Tanecik fiziği
RADYOİZOTOPLA YAŞ SAPTAMA BK. ARKEOLOJİ TEKNİKLERİ
RADYOTELEFON BK. TELSİZ TELEFON
RADYOTELESKOP 1852
RADYO VE TELEVİZYON YAYINI 1855
Ayrıca Bk. Frekans modülasyonu, Havacılık elektroniği
RAFİNERİ BK. PETROL RAFİNERİSİ
RAMJET VE PALSJET BK.
JET MOTORU VE GAZ TÜRBİNİ
R.A.T.O. BK. J.A.T.O. ve R.A.T.O.
REAKTÖR BK. NÜKLEER REAKTÖR
REÇİNE, SENTETİK BK. PLASTİKLER
REDRESÖR BK. DOĞRULTMAÇ
REGÜLATÖR, MERKEZKAÇ 1856
RENK ÖLÇÜMÜ 1858
Ayrıca Bk. Kserografi, Röproduksiyon
RENKSEMEZ MERCEK 1860
Ayrıca Bk. Dürbün
REOSTA BK. POTANSİYOMETRE
REVOLVER BK. TOPLU TABANCA
REZİSTANS BK. DİRENÇ
REZİSTÖR BK. DİRENÇ ÖĞESİ
REZONANS 1862
Ayrıca Bk. Asma köprü, Dalgagüdücü, Osilatör, Tesla bobini, Tıraş makinası, elektrikli
ROBOTLAR 1864
ROKET 1866
ROYCE, FREDERİCK HENRY 1871
RÖLATİVİTE BK. GÖRECELİK
RÖLE 1872
RÖNTGEN IŞINLARI BK. X IŞINLARI
RÖNTGEN, WİLHELM CONRAD 1875
RÖPRODÜKSİYON 1876
Ayrıca Bk. Basım
RUM ATEŞİ 1877

Ayrıca Bk. Havai fişek ve işaret fişeği
RÜZGARÖLÇER 1877
RÜZGAR TÜNELİ BK. HAVA TÜNELİ

S

SABAN BK. PULLUK
SAKINIM YASALARI BK. KORUNUM YASALARI
SAKSOFON BK. NEFESLİ ÇALGILAR, TAHTA
SANTRİFÜJ 1879
SARKAÇ 1880
Ayrıca Bk. Zaman
SARMAL BOBİN BK. SOLENOİT
SATIR YAZICI 1884
SAVAŞ GEMİLERİ 1885
SAYICI 1892
Ayrıca Bk. Elektronik
SAYILAŞTIRMA AYGITI 1893
Ayrıca Bk. Tartılar
SAYISAL OKUMA AYGITLARI 1895
Ayrıca Bk. Sayılaştırma aygıtı
SCHMİDT TELESKOPU 1898
SEKSTANT 1899
SENKROMEŞ BK. DİŞLİ KUTUSU
SENKROTRON BK. TANECİK HIZLANDIRICILARI
SENTETİK BİLLUR 1901
SENTETİK ELEMENTLER 1903
Ayrıca Bk. Geçiş elementleri, Metal
SERİ ÜRETİM BK. MONTAJ HATTI
SERVOMEKANİZMA 1906
Ayrıca Bk. Transdüktör
SES 1909
SESÖTESİ DALGALAR 1913
Ayrıca Bk. Ağaç kaplama
SES PATLAMASI 1917
Ayrıca Bk. Hava tüneli
SES YALITIMI 1919
SHOCKLEY, WİLLİAM BK. TRANSİSTÖR
SICAKLIK 1921
SICAKLIK ÖLÇÜMÜ 1923
SIĞA, ELEKTRİKSEL 1925
Ayrıca Bk. Elektret, Kondansatör
SIVI BİLLURLAR 1927
SİFON 1929
SİGARA ÇAKMAĞI 1930
SİGARA ÜRETİMİ 1932
SİGORTALAR VE DEVRE KESENLER 1934
Ayrıca Bk. Elektrik dağıtım şebekesi, Elektrik tesisatı, Otomobil, Röle
SİKLOTRON BK. TANECİK HIZLANDIRICILARI
SİLAHLAR, ÖLDÜRÜCÜ OLMAYAN 1936
SİLİSYUM 1938
Ayrıca Bk. Yağlama
SİMYA 1939
Ayrıca Bk. Boyle, Robert
SİNEMA FİLMİ YAPIMI 1942
Ayrıca Bk. Film, Görüntü efektleri
SİNEMA KAMERASI BK. KAMERA
SİNEMA MAKİNASI BK. PROJEKSİYON MAKİNALARI
SİNÜS DALGASI 1946
Ayrıca Bk. Doğrultmaç, Matematik
SİNYAL LAMBASI 1947
SİREN 1949
SİSMOLOJİ BK. DEPREMBİLİM
SODYUM 1950
SOĞURMA YA DA ABSORPLAMA BK. SOĞURUM
SOĞURUM 1952
SOĞUTMA 1955
Ayrıca Bk. Hava tüneli
SOĞUTMA KULESİ BK. ELEKTRİK SANTRALI
SOĞUTMA SİSTEMLERİ (MOTORLARDA) 1958
Ayrıca Bk. İçten yanmalı motor
SOLDURMA BK. AĞARTMA
SOLENOİT 1961
SONAR BK. ASDİK YA DA SONAR
SONDAJ KUYUSU, PETROL 1962
Ayrıca Bk. Petrol arama
SOY GAZLAR BK. ASAL GAZLAR
SPEKTROFOTOMETRE BK. TAYFGÖRÜR VE TAYFÖLÇER
SPEKTROSKOPİ BK. TAYFÖLÇÜMÜ
SPEKTROSKOP VE SPEKTROMETRE BK. TAYFGÖRÜR VE TAYFÖLÇER
STABİLİZATÖR (GEMİLERDE)
STARTER BK. MARŞ MOTORU
STATİK VE HİDROSTATİK 1970
Ayrıca Bk. Bumerang ve benzerleri, Hızölçer, Matematik, Mayın
STEREOFONİ VE KUADROFONİ 1975
Ayrıca Bk. Hi-fi sistemler
STEREO RADYO 1979
Ayrıca Bk. Hi-fi sistemler, Stereofoni ve kuadrofoni
STEREOSKOPİ 1981
STETOSKOP 1984
STİRLİNG MOTORU 1985
Ayrıca Bk. Isı makinası
STOL BK. V/STOL UÇAKLAR
STROBOSKOP 1988
SU 1990
SUALTI ODASI 1991
SUBİLİMİ 1994
SUCİĞERİ 1995
Ayrıca Bk. Basınca uyarlama yöntemleri
SU DEĞİRMENİ 1997
SU KOÇU 1999
SUNTA BK. TAHTA, YAPAY
SUSTURUCU (OTOMOBİLLERDE) BK. EGZOZ SİSTEMİ (OTOMOBİLLERDE)
SUSTURUCU (SİLAHLARDA) 2000
SUYOSUNLARI (KULLANIMLARI) 2001
Ayrıca Bk. Çamaşırhane, Diş macunu
SÜBLİMLEŞME 2003
SÜPERSONİK UÇUŞ 2004
SÜPERŞARJÖR VE TÜRBOŞARJÖR 2007
SÜRTÜNME 2009
Ayrıca Bk. Statik ve hidrostatik
SÜSPANSİYON 2011

CİLT — 7

SÜZME VE AYIRMA 2017

Ş

ŞAHMERDAN 2021
ŞALTER 2022
ŞARAP ÜRETİMİ 2025
Ayrıca Bk. İspirtolu içkiler
ŞERİT DELİCİ VE OKUYUCU 2028
Ayrıca Bk. Telgraf
ŞİŞME BOT BK. CAN KURTARMA (DENİZDE)

T

TABANCA BK. OTOMATİK TABANCA; TOPLU TABANCA
TABLO RESTORASYONU 2030
Ayrıca Bk. Eski yapıtların korunması
TAHRİBATSIZ DENEY BK. NİTELİK DENETİMİ
TAHRİK, EYLEMSİZLİKLE 2032
TAHTA, YAPAY 2035
Ayrıca Bk. Ağaç kaplama, Kereste endüstrisi
TAKIM TEZGÂHI 2038
Ayrıca Bk. Alet üretimi, Levha biçimlendirme (metal), Valf, mekanik
TAKOMETRE 2042
TAMPON SİSTEM BK. pH-ASİTLİĞİN ÖLÇÜMÜ
TANECİK BULUCULARI 2044
TANECİK FİZİĞİ 2049
Ayrıca Bk. İstatistik, Nötron, Proton. Tanecik hızlandırıcıları
TANECİK HIZLANDIRICILARI 2052
Ayrıca Bk. Füzyon, Radyoaktiflik
TANK 2057
TARAK, YÜZER 2064
TARTILAR 2067
Ayrıca Bk. Terazi
TAŞBASKI BK. LİTOGRAFİ
TAYF BK. ELEKTROMAGNETİK IŞINIM; PRİZMA
TAYFGÖRÜR VE TAYFÖLÇER 2072
Ayrıca Bk. Gökfiziği, Kirchhoff, Gustav Robert, Tayfölçümü, Uzay aracı, insansız
TAYFIŞIKÖLÇER BK. TAYFGÖRÜR VE TAYFÖLÇER
TAYFÖLÇÜMÜ 2075
Ayrıca Bk. Birim sistemleri, Doppler olayı, Gökfiziği, Morötesi lambası
TAYFÖLÇÜMÜ, KÜTLE BK. KÜTLE TAYFÖLÇÜMÜ
TAYRİSTÖR BK. TİRİSTÖR YA DA TRİSTOR
TEKNE TAHRİĞİ 2079
Ayrıca Bk. Gemiler
TEK RAYLI DEMİRYOLU 2082
Ayrıca Bk. Demiryolu (tarih), Havai demiryolu
TEKSTİL BK. KUMAŞ
TELEFERİK BK. KABLOLU ULAŞIM ARAÇLARI
TELEFON 2085
TELEFON YANITLAMA AYGITI 2091
TELEFOTO VE RADYOFOTO 2092
TELEMETRE 2094
TELEMETRİ 2096
TELEM VE TELEKS 2099
TELEOBJEKTİF 2101
TELESİYEJ BK. KABLOLU ULAŞIM ARAÇLARI
TELESKİ BK. KABLOLU ULAŞIM ARAÇLARI
TELESKOP 2102
Ayrıca Bk. Katadiyoptrik sistemler, Radyoteleskop
TELEVİZYON (TEMEL İLKELER) 2106
TELEVİZYON, RENKLİ 2109
TELGRAF 2116
TELLİ TELEVİZYON 2120
TELSİZ TELEFON 2122
TEL VE KABLO ÜRETİMİ 2123
TEMAS MERCEĞİ 2126
TEODOLİT BK. KADASTRO
TERAZİ 2128
Ayrıca Bk. Tartılar
TERMİK DELİCİ 2131
TERMODİNAMİK 2133
Ayrıca Bk. Aşırı soğuk maddeler, Sıcaklık
TERMOELEKTRİK AYGITLAR 2137
Ayrıca Bk. Kalp pilleri, Sıcaklık ölçümü, Transdüktör
TERMOKUPL BK. TERMOELEKTRİK AYGITLAR
TERMOMETRİ BK. SICAKLIK ÖLÇÜMÜ
TERMOS 2141
TERMOSTAT 2142
TESLA BOBİNİ 2143
TEYP 2144
Ayrıca Bk. Telefon yanıtlama aygıtı, Video kayıt
THOMSON, SİR JOSEPH JOHN 2148
THOMSON, WİLLİAM BK. KELVİN, LORD
TIRAŞ MAKİNASI, ELEKTRİKLİ 2149
TİFDRUK BASKI 2151
TİPO BASKI 2154
Ayrıca Bk. Fotodizgi
TİRİSTÖR YA DA TRİSTÖR 2156
TİTRE ETME BK. ÇÖZÜMLEME, KİMYASAL
TOP 2159
TOPLU TABANCA 2162
TOPRAK ALKALİ METALLER 2164
Ayrıca Bk. Metal, Periyodik çizelge
TOPRAK AŞINMASI DENETİMİ 2166
TORNA 2168
TORRİCELLİ, EVANGELİSTA 2172
TOZ METALÜRJİSİ 2173
TRAKTÖR 2175
TRAMVAY VE TROLEYBÜS 2178
TRANSDUSER BK. TRANSDÜKTÖR
TRANSDÜKTÖR 2182
Ayrıca Bk. Telefon
TRANSFORMATÖR 2185
TRANSİSTÖR 2187
Ayrıca Bk. Magnetizma
TRANSMİSYON BK. DİŞLİ KUTUSU
TREN BK. DEMİRYOLU (TARİH); DEMİRYOLU SİSTEMLERİ
TRİKOTAJ MAKİNASI BK. ÖRGÜ MAKİNASI
TROLEYBÜS BK. TRAMVAY VE TROLEYBÜS
TROMPET BK. NEFESLİ ÇALGILAR, MADENİ
TUĞLA ÜRETİMİ 2193
Ayrıca Bk. Fırın (kurutma ve pişirme)
TULUMBA BK. POMPA
TUNÇ BK. BRONZ
TUNGSTEN AMPUL BK. AMPUL (ELEKTRİK)
TUZ GİDERME 2196
Ayrıca Bk. Damıtma, Güneş enerjisi
TUZ ÜRETİMİ 2200
Ayrıca Bk. Sodyum
TÜFEK 2202
TÜKENMEZKALEM 2205
TÜMLEŞİK DEVRE BK. ENTEGRE DEVRELER
TÜRBİN 2207
TÜRBOŞARJÖR BK. SÜPERŞARJÖR VE TÜRBOŞARJÖR

U

UÇAK 2211
UÇAK DURDURMA DÜZENEĞİ 2220
UÇAK GEMİSİ BK. SAVAŞ GEMİLERİ
UÇAK MOTORU 2222
Ayrıca Bk. İçten yanmalı motor
UÇAKSAVAR 2226

UÇUŞ KAYIT AYGITLARI 2231
URANYUM 2233
USKUR BK. PERVANE (GEMİ)
UYDU, YAPAY 2235
Ayrıca Bk. Güneş enerjisi, Haberleşme uyduları
UZAKTAN KUMANDALI MODELLER 2239
UZAY ARACI, İNSANLI 2241
Ayrıca Bk. Uzay aracı, insansız
UZAY ARACI, İNSANSIZ 2247
UZAY İSTASYONU BK. UZAY LABORATUVARI
UZAY LABORATUVARI 2252
Ayrıca Bk. Uzay aracı, insanlı
UZUN MENZİLLİ TOP 2255

Ü

ÜÇ BOYUTLU GÖRÜNTÜLER BK. HOLOGRAFİ; TAYFÖLÇÜMÜ
ÜLTRASONİK DALGALAR BK. SESÖTESİ DALGALAR
ÜLTRAVİYOLE LAMBASI BK. MORÖTESİ LAMBASI
ÜRETEÇ BK. DİNAMO
ÜSTÜN İLETKENLİK 2257
Ayrıca Bk. Aşırı soğuk maddeler, Devri daim makinası

V

VAKUM 2260
VAKÜM TÜPÜ BK. VALF, TERMOİYONİK
VALANS BK. DEĞERLİK
VALF, MEKANİK 2264
VALF, TERMOİYONİK 2266
VANA BK. VALF, MEKANİK
VAN DE GRAAF JENERATÖRÜ BK. ELEKTROSTATİK
VENTURİ ETKİSİ 2268
VERİCİ BK. RADYO
VERNİYE 2271
VİDA 2272
VİDA ÜRETİMİ 2273
Ayrıca Bk. Buji
VİDEO KAYIT 2276
VİDİKON BK. TELEVİZYON (TEMEL İLKELER)
VİNCİ, LEONARDO DA 2279
VİNÇ VE BOCURGAT 2280
Ayrıca Bk. Gemiler
VİSKİ ÜRETİMİ BK. İSPİRTOLU İÇKİLER
VİSKOZİTE 2282
VİTES BK. DİŞLİ KUTUSU
VİYOLONSEL BK. YAYLI ÇALGILAR
VOLTA, ALESSANDRO 2285
VOLTMETRE BK. GERİLİMÖLÇER
V/STOL UÇAKLAR 2285
Ayrıca Bk. Otojir
VULKANİZASYON BK. KAUÇUK, DOĞAL
VURMALI ÇALGILAR 2292
VURU KOD MODÜLASYONU 2293
Ayrıca Bk. Çevrimiçi terminal, Mikrodalga, Telemetri

W

WANKEL MOTORU 2295
Ayrıca Bk. Motosiklet
WATT, JAMES 2298
WATTMETRE 2298
WHEATSTONE KÖPRÜSÜ BK. POTANSİYOMETRE
WİLSON SİS ODASI 2299
WİMSHURST MAKİNASI BK. ELEKTROSTATİK
WRİGHT KARDEŞLER 2300

X

X IŞINLARI 2301
X IŞINLARI KRİSTALOGRAFİSİ BK. BİLLURLAR VE BİLLURBİLİM

Y

YAĞLAMA 2305
YAĞLAMA SİSTEMİ, OTOMOBİL 2305
YAKITLI PİL 2306
YAKIT PÜSKÜRTME 2307
Ayrıca Bk. Dizel motoru
YALAN MAKİNASI BK. POLİGRAF
YALITKAN (ELEKTRİK) 2309
Ayrıca Bk. Aşırı soğuk maddeler, Mıgnetizma
YANGIN BOMBASI BK. BOMBA
YANSIMA VE KIRILMA BK. OPTİK
YARİİLETKEN 2310
Ayrıca Bk. Entegre devreler, Transistör
YATAKLAR 2312
YAYLAR 2314
YAYLI ÇALGILAR 2315
YELKENLİ 2317
Ayrıca Bk. Gemiler
YERBİLİM TEKNİKLERİ 2319
YERÇEKİMİ 2321
YERFİZİĞİ 2322
YILDIRIMLIK 2323
YILDIZ DÜŞÜRGECİ 2325
YILDIZ MOTOR BK. UÇAK MOTORU
YİYECEKLERİN İŞLENMESİ 2327
YİYECEK, SENTETİK 2329
Ayrıca Bk. Proteinler
YOĞUN HAYVANCILIK 2330
YOĞUNLUK BK. ÖZGÜL AĞIRLIK VE BUHAR YOĞUNLUĞU
YÜKSELTGENME VE İNDİRGENME 2332
Ayrıca Bk. Çinko, Fotoğraf banyo işlemleri, Gümüş, Kalay, Metal, Oksijen, Organik Kimya
YÜKSELTİCİ 2334
YÜREK BK. KAM
YÜZEBİLİRLİK BK. STATİK VE HİDROSTATİK
YÜZE TUTUNMA BK. SOĞURUM
YÜZEY GERİLİMİ 2336
Ayrıca Bk. Kromatografi
YÜZEY İŞLEME 2337
Ayrıca Bk. Kalın ve ince filmli devreler

Z

ZAMAN 2339
Ayrıca Bk. Birim sistemleri
ZEPLİN BK. HAVA GEMİSİ
ZİL, ELEKTRİKLİ 2341
Ayrıca Bk. İndüksiyon bobini
ZİNCİRLE TAHRİK 2341
Ayrıca Bk. Motosiklet